

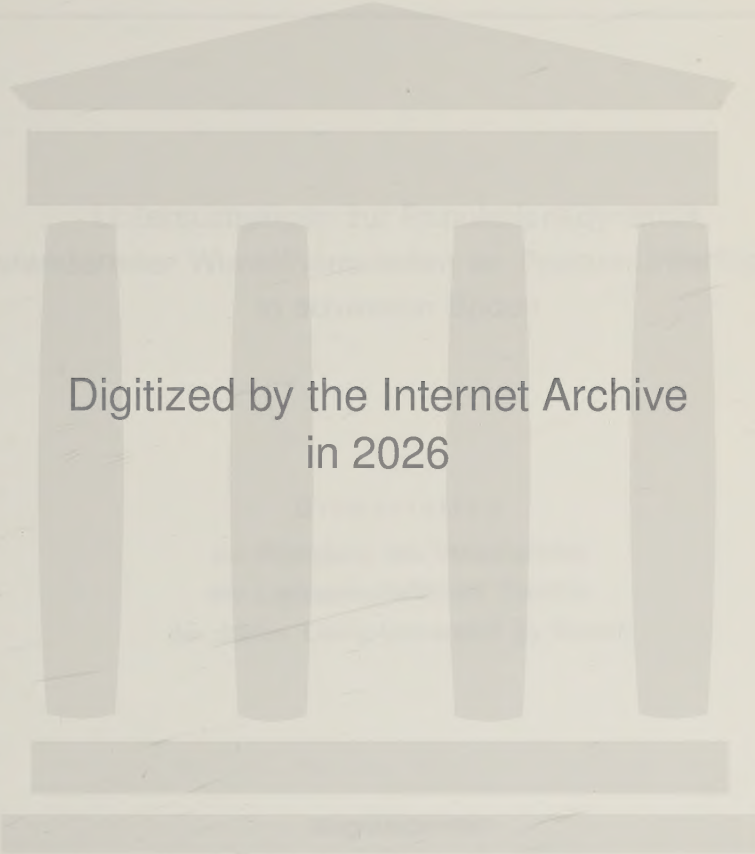
Aus dem Institut für Phytopathologie
der Justus Liebig-Universität Gießen

Untersuchungen zur Populationsdynamik
wandernder Wurzelnematoden an Prunus-Unterlagen
in schweren Böden

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Landwirtschaftlichen Fakultät
der Justus Liebig-Universität zu Gießen

eingereicht von
Hartwig Holst
Diplom-Gärtner aus Rostock

Gießen 1970



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545904_0018

Aus dem Institut für Phytopathologie
der Justus Liebig-Universität Gießen

Untersuchungen zur Populationsdynamik
wandernder Wurzel nematoden an Prunus-Unterlagen
in schweren Böden

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Landwirtschaftlichen Fakultät
der Justus Liebig-Universität zu Gießen

eingereicht von
Hartwig Holst
Diplom-Gärtner aus Rostock

Gießen 1970



D e k a n : Professor Dr. R. Waßmuth

1. Berichterstatter: Professor Dr. W. Stein
2. Berichterstatter: Professor Dr. W. Gruppe

Tag der mündlichen Prüfung: 27.11.1970

Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
1. EINLEITUNG	5
2. FREILANDUNTERSUCHUNGEN	7
2.1. Auswahl der Flächen für die Freilandunter- suchungen	7
2.2. Untersuchungsmethoden	9
2.2.1. Bodenprobenentnahme	9
2.2.2. Isolierung der Nematoden	10
2.2.3. Auswertung der Proben	11
2.3. Ergebnisse der Freilanduntersuchungen	11
2.4. Auswahl der Flächen für weitere Untersuchungen	14
3. GEFÄSSVERSUCH	16
3.1. Material	16
3.1.1. Boden	16
3.1.2. Gefäße	16
3.1.3. Pflanzen	17
3.1.4. Düngung	18
3.2. Aufstellung der Gefäße und klimatische Daten	18
3.3. Auswertung des Gefäßversuches	20
3.3.1. Probenentnahme	20
3.3.2. Isolierung und Auszählung der Nematoden	21
3.4. Ergebnisse des Gefäßversuches	23
3.4.1. Bodenbeschreibung und Pflanzenwuchs	23
3.4.2. Entwicklung der Nematodenpopulationen	28
3.4.2.1. Überblick über die untersuchten Nematodengattungen und -arten	28
a) Familie Hoplolaimidae	28
b) Familie Tylenchidae	29
c) Familie Criconematidae	29
d) Familie Longidoridae	29
3.4.2.2. Entwicklung der Populationen der einzelnen Gattungen unter dem Einfluß verschiedener Pflanzen	31
a) unbepflanzte Kontrollen	31
b) Trifolium pratense	33
c) Fragaria ananassa	37

	<u>Seite</u>
d) <i>Prunus mahaleb</i> und <i>P. avium</i>	39
e) <i>Prunus insititia</i> 'St. Julien' und <i>P. cerasifera</i> 'Myrobalana'	42
f) Entwicklung der Wurzelpopulation von <i>Pratylenchus</i>	45
g) Entwicklung der <i>Xiphinema</i> -Popula- tion im Geisenheimer Boden	47
h) Überblick über die Entwicklung der untersuchten Nematodengattungen in den Böden aus Geisenheim, Witzen- hausen und Kriftel	49
 4. INFektionsVERSUCHE	 52
4.1. Durchführung der Infektionsversuche	52
4.1.1. Pflanzenanzucht	52
4.1.2. Infektionsgefäße und Substrate	52
4.1.3. Nematodenmaterial und Infektion	53
4.2. Auswertung der Infektionsversuche	54
4.3. Ergebnisse der Infektionsversuche	55
 5. DISKUSSION	 65
 6. ZUSAMMENFASSUNG	 76
 7. LITERATURVERZEICHNIS	 79

1. EINLEITUNG

Bei der Erörterung von Wachstumsstörungen der Obstgehölze werden immer wieder, besonders bei auftretenden Nachpflanzproblemen (replant diseases), Nematoden als Ursache genannt.

Man weiß heute, daß phytoparasitäre Nematoden an verschiedenen Gehölzen, darunter auch Obstarten, auftreten (GOODEY et al. 1965) und schwere Schäden verursachen können (BASSUS 1969a und b, DECKER 1960, NOLTE und DIETER 1957, OOSTENBRINK 1956, SUTHERLAND 1967, WEISCHER 1956). So kommt z. B. in den wärmeren Ländern den Wurzelgallennematoden Meloidogyne incognita acrita Chitwood und M. javanica Chitwood in Steinobstanlagen eine große Bedeutung als primärer Schaderreger zu (BURDETT et al. 1963, CHITWOOD et al. 1952, LOWNSEBERRY and THOMASON 1959, MALO 1963, MINZ and COHN 1962, PARKER and MAI 1956, STRICH-HARARI and MINZ 1967).

In den Anbaugebieten der gemäßigten Zonen spielen diese Wurzelgallennematoden als Ursache für Krankheitserscheinungen an Holzgewächsen keine Rolle. Hier spielen wandernde oder freilebende Nematoden eine größere Rolle. Vor allem bei Untersuchungen über die 'Bodenmüdigkeit' wird auf diese Nematoden immer wieder hingewiesen (DECKER 1958/59, OOSTENBRINK 1955, SWARTFÜCHTEBAUER 1954).

Da bei Kernobstanlagen derartige Abbauerscheinungen schon sehr früh und stark in Erscheinung treten, ist es nicht verwunderlich, daß sich die meisten Untersuchungen mit Nematoden und deren Bekämpfung am Kernobst, besonders an Äpfeln, befassen. Die größte Aufmerksamkeit wird dabei vor allem den endoparasitisch lebenden Nematoden der Gattung Pratylenchus gewidmet (DECKER 1959/60), während über den Einfluß ektoparasitisch lebender Gattungen auf die Obstgehölze und umgekehrt über mögliche Einflüsse von Obstgehölzen auf die Populationsdynamik dieser Gattungen nur sehr wenig bekannt ist. Die meisten Untersuchungen liegen hier zur Zeit aus dem Forst vor (BASSUS 1962, 1969 a und b, RÖSSNER 1969, RUEHLE 1967, SUTHERLAND and DUNN 1968).

Von den Steinobstarten ist der Pfirsich am besten in seiner Beziehung zu wandernden Nematoden untersucht worden (MOUNTAIN and PATRICK 1959, PITCHER et al. 1960). Dagegen liegen nur wenige Hinweise über die Reaktion von Steinobstunterlagen auf wandernde Wurzel nematoden vor.

Die vorliegende Arbeit hatte deshalb das Ziel, mögliche Wechselwirkungen zwischen wandernden Wurzel nematoden und Kirschen- und Pflaumen-Unterlagen aufzuzeigen.

So wurde nach den zunächst durchgeführten Freilanduntersuchungen in hessischen Steinobstanbaugebieten zur Feststellung des Nematodenbesatzes der Böden, die Dichteveränderung von mehreren wandernden Wurzel nematodengattungen unter den Einfluß von Prunusunterlagen im Gefäßversuch untersucht. Wechselwirkungen von Prunus-Sämlingen und Nematoden der Gattungen Xiphinema, Rotylenchus und Pratylenchus wurde in Infektionsversuchen nachgegangen.

2. FREILANDUNTERSUCHUNGEN

In der Zeit von Mitte Februar bis Mitte April 1968 wurden in 19 Steinobstertragsanlagen Hessens Bodenproben gezogen und auf ihren Nematodenbesatz untersucht. Die Anlagen befanden sich in Kirschenanbaugebieten bei Kriftel (8 Anlagen), Ockstadt (6 Anlagen) und Witzenhausen (5 Anlagen). Daneben wurden noch Bodenproben aus Steinobstunterlagenquartieren einer Geisenheimer und einer Witzenhausener Baumschule untersucht.

2.1. Auswahl der Flächen für die Freilanduntersuchungen

Bei der Auswahl der zu untersuchenden Flächen wurden folgende zwei Punkte besonders berücksichtigt:

- a) Das Alter der Anlagen und die Kombination Unterlage/ Sorte sollten nach Möglichkeit verschieden sein, um vielleicht schon dadurch Unterschiede im Nematodenbesatz erklären zu können.
- b) Die Anlagen sollten auf unterschiedlichen Böden liegen und möglichst wenig Unkrautbesatz aufweisen.

Wie aus der Tabelle 1 mit zusammenfassenden Daten über die Freilandflächen zu entnehmen ist, war es möglich, in allen Anbaugebieten derartige Anlagen zu finden. Der Boden in den ausgewählten Anlagen kann als schwer angesehen werden, der sich in seiner Zusammensetzung in bezug auf die tonigen, schluffigen und sandigen Anteile nur wenig unterscheidet.

Eine Auswahl nur unkrautfreier Anlagen war nicht möglich, so daß ein Einfluß von Gräsern und Unkräutern auf die Nematodenpopulation nicht immer ausgeschlossen werden konnte. Auch Daten über Kulturmaßnahmen vorangegangener Jahre (Düngung; Bodenbearbeitung; Pflanzenschutzmaßnahmen, insbesondere Herbizidanwendungen; Anbau von Zwischenkulturen) waren nicht mehr für alle Anlagen zu erhalten. Mit unterschiedlichen Einflüssen der genannten Maßnahmen auf die Nematodenpopulationen muß aber gerechnet werden (BIERINGER 1969, EGUNJOBI 1968, EL KADI 1969,

Tabelle 1: Die für die Untersuchungen ausgewählten Anlagen mit Angaben über die Unterlagen, die Steinobstarten, das Alter der Anlagen und die Böden.

Anlage- nummer	Unterlagen	Steinobstart	Alter der Anlage	Boden- typen 1)
<u>Anbaugebiet: Kriettel</u>				
K 1a	Pr.mahaleb	Sauerkirschen	12j. 2)	uL
1b	Pr.mahaleb	Sauerkirschen	2j.	uL
K 2a	Pr.avium	Sauerkirschen	10j.	uL
2b	Pr.mahaleb	Sauerkirschen	8j.	uL
2c	'Kernecht'	Mirabellen	20j.	uL
K 3	Pr.avium	Sauerkirschen	10j.	uL
K 4	Pr.avium	Sauerkirschen	10j.	uL
K 5	Pr.avium	Sauerkirschen	15j.	uL
N 1	Pr.myrobalane	Mirabellen	15j.	suL
N 2a	Pr.avium	Süß- u.Sauerk.	2/5/7j.	suL
2b	F12/1	Süßkirschen	5j.	suL
N 3	'Brompton'	Mirabellen	10j.	suL
<u>Anbaugebiet: Ockstadt</u>				
O 1	Pr.avium	Süßkirschen	8j.	sL
O 2a	Pr.avium	Süßkirschen	5j.	sL
O 2b	Pr.avium	Süßkirschen	18/30j.	sL
O 3	F12/1	Süßkirschen	10j.	usL
O 4	Pr.avium	Süßkirschen	20j.	usL
O 5	Pr.avium	Süßkirschen	10j.	usL
O 6	Pr.avium	Süßkirschen	4j. 3)	sL
<u>Anbaugebiet: Witzzenhausen</u>				
W 2	Pr.avium	Süß- u.Sauerk.	4j.	stL
U 1	Pr.avium	Süß- u.Sauerk.	2/20/35j.	stL
U 2a	Pr.avium	Süßkirschen	10j.	stL
2b	Pr.cerasus	Sauerkirschen	10j.	stL
U 3	Pr.avium	Sauerkirschen	1j.	stL
U 4	Pr.avium	Süßkirschen	32j.	stL
<u>Baumschulen: Witzzenhausen/Geisenheim</u>				
W 1a	Pr.avium	Unterlagen	3j. 3)	stL
1b	'St.Julien'	Unterlagen	3j.	stL
G 1	F12/1	Unterlagen	6j.	uL
G 2	'St.Julien'	Unterlagen	4j.	stL

- 1) sL = sandiger Lehm
uL = schluffiger Lehm
suL = sandig, schluffiger Lehm
usL = schluffig, sandiger Lehm
stL = sandig, toniger Lehm
- } Abkürzungen nach
SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL
(1966)

2) Die 2j. Bäume standen in Pflanzlöchern alter Bäume, in denen noch sehr viele Wurzeln der alten Bäume vorhanden waren.

3) Auf "anbaumüden" Boden angelegte Anlagen mit sehr schlechtem Pflanzenwuchs.

WILKE 1968), so daß hier eventuell in den Freilandversuchen eine gewisse Fehlerquelle liegen kann.

2.2. Untersuchungsmethoden

2.2.1. Bodenprobenentnahme

Je nach Größe der zu untersuchenden Anlage wurden an 4 - 10 Bäumen je Baum 24 Einstiche im Abstand von 25, 50, 100 und 150 cm vom Stamm, bei sehr großen Süßkirschen- und Mirabellenbäumen auch bis zu 200 cm vorgenommen.

Die Probenentnahme erfolgte mit einem Bohrstock (System Dr. Pürckhauer), dessen innerer Durchmesser 15 mm betrug.

In allen Anlagen wurden Proben bis zu einer Tiefe von 30 cm entnommen. Diese Tiefe schien aus verschiedenen Gründen ausreichend zu sein. Zum ersten war in vielen Anlagen in einer Tiefe von 30-50 cm ein sehr schwer zu durchdringender Verdichtungshorizont oder man stieß in dieser Tiefe schon auf das anliegende Gestein. Zum anderen war aus einigen Probenauswaschungen tieferer Schichten (bis zu 100 cm) zu entnehmen, daß in dem Bereich unter 30 cm die Nematodenzahl bei allen Gattungen sehr stark abnahm und einige Gattungen gar nicht mehr vertreten waren. Auch COHN 1969, FLEGG 1968a, HIJINK en KUIPER 1966, RICHTER 1969, WEISCHER 1961 und YUEN 1966 weisen darauf hin, daß vor allem in den oberen Bodenschichten die größte Nematodendichte zu finden ist. Für diese Art der Probenentnahme spricht auch die Tatsache, daß die Obstunterlagen in dieser Bodenschicht die Hauptausbreitzungszone ihrer feinen Wurzeln besitzen (FRIEDRICH 1965, WELLER 1964 und 1965).

Die Bodenproben von je 12 Einstichen pro Baum (25 - 50 bzw. 100 - 150 cm Stamm Entfernung zusammengefaßt) wurden in einen Plastikbeutel gefüllt und ergaben zwei Mischproben, so daß pro Anlage 8 - 20 solcher Mischproben ausgewertet werden konnten. Einzelne Proben aus tieferen Zonen (30 - 50, 50 - 75 und 75 - 100 cm) wurden getrennt gesammelt und ausgewertet.

Alle Proben wurden mit dem PKW aus den Anlagengebieten nach Gießen transportiert und, wenn die Auswertung nicht gleich erfolgen konnte, im Kühlkeller bei $+4^{\circ}\text{C}$ gelagert.

2.2.2. Isolierung der Nematoden

Vor dem Auswaschen der Bodenproben wurde die Erde jeder Mischprobe mit der Hand gut gemischt; größere Erdbrocken wurden dabei vorsichtig zerkleinert.

Von jeder Mischprobe wurden 250 ml Erde mit einem Meßbecher entnommen und über ein Sieb in eine OOSTENBRINK-Spülkanne gegeben. Die Trennung der groben Bodenteilchen von den feineren und von den Nematoden erfolgte bei einem Gegenstrom von 800 - 900 ml/min.

Damit die vorgeschriebene Zeit für den Trennungsvorgang eingehalten werden konnte, wurden die Proben etwa 4 Stunden vor der Auswaschung in Wasser vorgeweicht.

Nach 10 Minuten konnte der Trennungsvorgang unterbrochen werden. Die von den groben Bodenteilchen getrennten Nematoden wurden mit restlichen feinen Bodenteilchen über den Ausflußhahn der Oostenbrink-Kanne auf zwei übereinander sitzende Siebe (Maschenweite $45\text{ }\mu$) gegeben und die so gewonnene Bodennematoden-Suspension wurde auf den Sieben mit Leitungswasser gut durchgespült und auf ein Sarangazesieb mit aufliegendem Milchwattefilter gegeben. Dieses Sieb wurde anschließend auf einen Trichter gesetzt, der so hoch mit Wasser gefüllt war, daß dieses etwa 2 cm über der Suspension stand.

Mit dieser Methode, einer etwas abgewandelten BAERMANN-Trichtermethode, wurden die Nematoden von den noch verbliebenen Bodenteilchen getrennt. Nach 24 Stunden konnten die durch das Wattefilter gewanderten Nematoden durch Öffnen eines Quetschhahnes am Trichterauslauf mit 10 ml Wasser in ein Zentrifugenröhrchen abgezapft werden.

Die erhaltene Nematodensuspension wurde anschließend 5 min. bei 2000 U/min (350 g) zentrifugiert.

2.2.3. Auswertung der Proben

Nach der Zentrifugation wurde das auf 0,1 - 0,2 ml eingeeingte Nematodensediment auf einen Objektträger gegeben und unter dem Mikroskop bei 40 - 80-facher Vergrößerung ausgezählt.

Folgende 10 Gattungen wurden berücksichtigt: Pratylenchus, Paratylenchus, Tylenchorhynchus, Rotylenchus, Helicotylenchus, Longidorus, Xiphinema, Trichodorus, Aphelenchus und Aphelenchoides. Alle anderen Nematoden wurden als 'Übrige Gattungen' gewertet.

Die erhaltenen Zahlenwerte wurden auf 100 ml Boden umgerechnet.

2.3. Ergebnisse der Freilanduntersuchungen

Die Untersuchung der Proben aus den 22 Steinobst- und Baumschulanlagen ergab, daß keine Nematodengattung in regelmäßiger Wiederkehr gleichmäßig stark in den einzelnen Anlagen vertreten ist. Die Schwankungen der Anzahl pro Gattung in den Proben sowohl einer Anlage als auch von Anlage zu Anlage sind sehr groß. Die Ergebnisse der Auszählungen (Mittelwerte je Anlage) sind in Tabelle 2 wiedergegeben.

In allen untersuchten Anlagen traten die Gattungen Aphelenchoides und Aphelenchus auf, deren Pathogenität gegenüber Obstgehölzen recht zweifelhaft erscheint. Bei der späteren Flächenauswahl wurden diese Gattungen nicht weiter berücksichtigt.

Die phytopathogenen wichtigeren Gattungen Pratylenchus und Paratylenchus traten ebenfalls in praktisch allen Proben auf und stellten gleichzeitig die zahlenmäßig am stärksten in Erscheinung tretenden Gattungen dar. Die Anzahl der in den einzelnen Anlagen gefundenen Tiere schwankte jedoch sehr stark.

Tabelle 2: Das Auftreten von 11 Nematodengattungen in 22 Anlagen
(Zahl der Nematoden / 100 ccm Boden)

Anlage	Alter	Pr.	Pa.	Tyl.	Ro./ Hel.	Long.	Xi.	T.	Aph.	Ao.	Üb.
O 1	(8j.)	98	26	8	1	0	0	0	25	2	230
O 2a	(5j.)	86	19	37	23	0	0	0	13	13	181
O 2b	(18/30j.)	37	29	9	4	0	0	0	7	6	237
O 3	(10j.)	63	22	61	0	2	0	0	8	17	193
O 4	(20j.)	86	9	12	0	0	0	0	7	7	145
O 5 1)	(10j.)	108	8	18	1	0	0	0	13	2	157
O 6	(4j.)	77	102	6	6	0	0	0	11	5	175
K 1a	(12j.)	24	50	0	4	0	6	0	21	1	120
K 1b	(2j.)	32	205	4	6	0	3	0	27	2	247
K 2a	(10j.)	7	49	3	1	0	0	0	24	3	102
K 2b	(8j.)	34	38	6	0	2	0	0	18	1	128
K 2c	(20j.)	5	24	0	0	3	1	0	28	2	91
K 3	(10j.)	16	9	13	0	1	4	0	28	4	134
K 4	(10j.)	10	49	6	6	2	0	0	41	13	235
K 5	(15j.)	64	177	22	1	0	0	0	10	4	152
N 1	(15j.)	10	39	5	29	0	0	0	20	5	183
N 2a	(2/5/7j.)	38	7	3	9	0	0	0	10	3	140
N 2b	(5j.)	40	0	0	1	0	0	0	3	4	174
N 3	(10j.)	43	99	5	4	0	0	0	57	15	172
W 1a 1)	(3j.)	33	186	30	12	0	0	0	20	2	135
W 1a	(3j.)	47	15	13	17	0	0	0	13	2	108
W 1b	(3j.)	10	17	11	7	0	0	0	25	1	107
W 2	(4j.)	40	4	13	32	0	0	0	7	1	125
U 1	(2/20/35)	39	70	38	45	0	0	0	5	9	218
U 2a	(10j.)	44	8	24	33	0	0	0	17	5	138
U 2b	(10j.)	25	3	21	17	0	0	0	8	3	89
U 3	(1j.)	34	25	41	12	0	0	0	15	3	171
U 4	(32j.)	26	9	16	14	0	0	0	8	3	136
G 1	(6j.)	30	10	26	12	0	7	3	23	8	228
G 2	(6j.)	24	61	109	15	0	1	5	20	10	306

1) Parzellen mit sehr schlechtem Wuchs

In 21 bzw. 20 der 22 Anlagen wurden die zum Teil als Pflanzenparasiten bekannten Gattungen Tylenchorhynchus, Rotylenchus und Helicotylenchus nachgewiesen. Am häufigsten von ihnen war die Gattung Tylenchorhynchus vertreten, während die Gattungen Rotylenchus und Helicotylenchus in viel geringerer Zahl in den Proben nachgewiesen wurden. Beide Gattungen wurden bei den Freilanduntersuchungen zusammengefaßt gezählt, da ihre Trennung zu Beginn der Untersuchungen große Schwierigkeiten bereitete.

Während die bisher erwähnten Gattungen in fast allen Anlagen mehr oder weniger stark vertreten waren, konnten die besonders als Virusüberträger bekannten Gattungen Longidorus, Xiphinema und Trichodorus nur in sehr wenigen Anlagen (5, 3 bzw. 2 Anlagen) ermittelt werden.

Das geringe Auftreten von Trichodorus in den untersuchten Bodenproben ist wohl damit zu erklären, daß diese Nematodengattung hauptsächlich in leichten bis mittelschweren Böden vorkommt (RÖSSNER 1969, WYSS 1969), während es sich bei den untersuchten Böden aber meist um recht schwere Böden (vgl. Tab. 1) handelte. Die Fundorte dieser Gattung (Baumschulanlage bei Geisenheim) waren wärmer und sandiger als alle anderen.

BOR und KUIPER (1966) weisen darauf hin, daß gerade diese Nematodengattung eine große Empfindlichkeit gegenüber Probeentnahme und Transport aufweist. Es ist daher möglich, daß auf dem Transportweg die wenigen in einer Probe enthaltenen Tiere geschädigt wurden und so später nicht mehr erfaßt werden konnten.

Abschließend läßt sich zu den Freilanduntersuchungen sagen, daß eine eindeutige Förderung einer Gattung durch Steinobstarten nicht erkennbar ist. Auch die verschiedenen Unterlagen oder das Alter der Bäume und die Sorten lassen keine Beziehung zum Auftreten einer Gattung erkennen. Vielmehr ist nach dieser Erhebung anzunehmen, daß die auftretenden Unterschiede sehr stark von anderen Faktoren wie Bodentyp, Bodenbearbeitung, Verunkrautung oder Düngung abhängen.

Hervorgehoben werden muß aber auch die Tatsache, daß auf den

Flächen, auf denen die Bäume und Unterlagen einen deutlich schlechten Wuchs aufwiesen (W 1a), und auf den Flächen die durch dauernden Nachbau gleicher Pflanzen eine gewisse 'Bodenmüdigkeit' (O 6) zeigten, keine Nematodengattung besonders in Erscheinung trat, die man eventuell für die Wuchsreduktion verantwortlich machen könnte.

2.4. Auswahl der Flächen für weitere Untersuchungen

Anhand der durch einmalige Probenentnahme gewonnenen Ergebnisse wurden 3 Anlagen (G1, W2 und K1) ausgesucht, aus denen für einen Gefäßversuch Ende April 1968 etwa 2 m³ Boden entnommen wurden.

Alle drei Anlagen waren wenig verunkrautet und wiesen den größten Teil der 10 untersuchten Gattungen auf. Ausschlaggebend war für die Anlagen K 1 und G 1 ferner, daß in den Proben die virusübertragenden Gattungen Xiphinema und Trichodorus (G 1) nachgewiesen werden konnten und die Gattungen Paratylenchus in K 1 und Pratylenchus in G 1 in verhältnismäßig hohen Zahlen auftraten.

Für die Anlage W 2 sprach vor allem, daß 1967 (also praktisch bis zur Probenentnahme für die Freilanduntersuchungen) die Flächen zwischen den Baumreihen mit landwirtschaftlichen Kulturen bestellt wurden. Es schien hier besonders interessant zu sein, die Entwicklung der Nematodenfauna eines solchen Bodens unter dem Einfluß von ausschließlich Prunus-Unterlagen zu untersuchen.

Der Boden wurde in den Anlagen bis zu einer Tiefe von 30 cm nur aus dem Bereich der Bäume entnommen, die den höchsten Nematodenbesatz aufwiesen.

In Tabelle 3 sind von 7 Gattungen die Mittelwerte für die gesamte Anlage, die absoluten Werte für die Bäume, aus deren Umkreis die Erde entnommen wurde und die Mittelwerte der in den Gefäßen später als Ausgangspopulation gefundenen Nematoden gegenübergestellt.

Tabelle 3: Nematodenbesatz in den für den Gefäßversuch ausgewählten Anlagen, unter den Bäumen der Bodenentnahme und in den Gefäßen (Nematoden/100 ml Boden; $\bar{x}$ = Mittelwerte).

Anlage- nummer	Proben- entnahme	Pr.	Pa.	Tyl.	Ro. Hel.	Xi.	Tr.	Übr.
K 1	$\bar{x}$ Anlage	32	205	4	6	3	0	283
	Bäume	50	242	4	4	2	0	260
	$\bar{x}$ Gefäß	21	548	10	20	0	0	906
W 2	$\bar{x}$ Anlage	40	4	13	16	0	0	133
	Bäume	108	6	14	16	0	0	282
	$\bar{x}$ Gefäß	20	6	10	27	0	0	226
G 1	$\bar{x}$ Anlage	30	10	26	12	7	3	259
	Bäume	94	2	22	12	12	4	264
	$\bar{x}$ Gefäß	85	34	373	26	0	0	847

3. GEFÄSSVERSUCH

3.1. Material

3.1.1. Boden

Der aus den Anlagen Ende April 1968 entnommene Boden wurde auf dem Versuchsfeld des Giessener Institutes für Phytopathologie bis zum Einfüllen in die Kulturgefäße am 13. Mai gelagert und dabei durch Ausbreiten und Umschaufeln etwas getrocknet, da er in sehr nassem Zustand den Anlagen entnommen worden war. Vor dem Einfüllen wurde der Boden mit Hilfe eines Erdwolfes nochmals durchmischt und zerkleinert. Diese letzte Bodenbehandlung, bei der sicher die Nematodenzahl erheblich reduziert wurde (OOSTENBRINK 1964), war notwendig, um in alle Kulturgefäße die Erde in möglichst gleichmäßiger Struktur einfüllen zu können.

3.1.2. Gefäße

Als Kulturgefäße dienten sogenannte Volk-Gefäße aus glasiertem Steingut mit einem inneren Durchmesser von 22 cm, einer inneren Höhe von 24 cm und zwei seitlichen Belüftungsröhren (siehe Abb. 1).

Vor dem Füllen der Gefäße mit dem Boden der Anlagen wurde in jedes Gefäß eine 3 cm hohe Quarzsandschicht (Körnung 0,5 - 1,0 mm) auf den Gefäßboden gegeben. Dadurch sollte erreicht werden, daß die eingefüllte Erde besser durchlüftet würde. Außerdem konnten so alle Gefäße auf ein einheitliches Gewicht eingestellt werden. Dann wurde eine bestimmte Gewichtsmenge Boden eingefüllt, um den Wassergehalt während der Versuchsdauer durch regelmäßiges Wiegen der Gefäße beim Gießen auf einen möglichst konstanten Wert halten zu können.

Die eingefüllten Erdmengen betrugen beim Boden aus Kriftel 9 kg, aus Geisenheim 8 kg und aus Witzenhausen 7 kg, was in allen Fällen einem Volumen von etwa 8 l entsprach.

3.1.3. Pflanzen

Als Testpflanzen für die Studien über die Entwicklung der Nematoden wurden für den Gefäßversuch Rotklee (Trifolium pratense, Sorte 'Eifler'), Erdbeeren (Fragaria ananassa, Sorte 'Senga Sengana'), die Kirschenunterlagen Prunus avium, Prunus avium F 12/1 und Prunus mahaleb und die Pflaumenunterlagen Prunus cerasifera 'Myrobalana' und Prunus insititia 'St. Julien' verwendet.

Bei den Erdbeeren handelte es sich um 1jährige Pflanzen von einer Fläche des Institutes, die vor der Anlage des Erdbeerquartieres entseucht worden war. In den Wurzeln der Erdbeeren konnten vor dem Eintopfen in die Gefäße keine endoparasitisch lebenden Nematoden nachgewiesen werden.

Auch bei den Rotkleepflanzen, die in Torf-Kultur-Substrat (TKS 1) gemischt mit Sand angezogen wurden, konnten keine Nematoden nachgewiesen werden, so daß auch diese Pflanzen direkt in die Gefäße gesetzt werden konnten.

Da bei den Wurzeluntersuchungen der Prunus-Unterlagen in allen Fällen mehr oder weniger viel Pratylenchen aus den Wurzeln isoliert werden konnten, wurden alle Pflanzen vor dem Eintopfen mit Methylbromid behandelt, um nicht schon mit den Pflanzen eine unterschiedliche Anzahl vor allem der endoparasitisch lebenden Nematoden in den Versuch zu übernehmen. Eine Woche vor dem Pflanzen der Unterlagen wurden diese in einer Vakuumkabine der Firma DEGESCH Frankfurt am Main, 4 Stunden bei 20°C mit 50 g Methylbromid/m³ begast. Anschließend wurden sie einen Tag in Wasser gestellt und bis zum Eintopfen fünf weitere Tage in feuchtem, nematodenfreiem Quarzsand eingeschlagen. Nach dieser Behandlung konnten in den Wurzeln keine Nematoden mehr nachgewiesen werden.

Vor dem Einsetzen der Pflanzen in die Gefäße wurden der oberirdische Austrieb und die Wurzeln zurückgeschnitten. In jedes

Gefäß wurden 3 Pflanzen einer Art gesetzt. Jeweils 6 Gefäße mit gleicher Bodenfüllung wurden mit einer Pflanzenart bepflanzt. Somit bestand der Gefäßversuch aus je 18 Gefäßen mit Rotklee, Erdbeeren, Prunus avium, Prunus avium F12/1, Prunus mahaleb, Prunus cerasifera 'Myrobalana' und Prunus insititia 'St. Julien' und 18 unbepflanzten Gefäßen.

Alle Gefäße wurden nach dem Bepflanzen mit einer 2 cm hohen Quarzsandschicht abgedeckt, um die Verdunstung an der Bodenoberfläche zu verringern.

Neben diesen 144 Gefäßen mit natürlich verseuchtem Boden wurden weitere 60 Gefäße mit dem gleichen Boden aus den Anlagen Kriftel, Witzenhausen und Geisenheim gefüllt. Dieser wurde vor dem Einfüllen jedoch mit Terabol (500 g/m^3) entseucht. Die Nachuntersuchung ergab, daß alle pflanzenparasitären Nematoden abgetötet waren.

In diese Gefäße wurden als Kontrolle für den Pflanzenwuchs nur die fünf erwähnten Prunus-Unterlagen nach der Methylbromid-Behandlung gepflanzt.

3.1.4. Düngung

Die Düngung der Pflanzen wurde in den beiden Versuchsjahren über das Blatt gegeben. Im Jahr 1968 wurde dreimal und 1969 viermal mit 0,3 % Wuchsaldüngerlösung (N:P:K = 9:9:7) gespritzt.

Von einer Düngung über den Boden wurde abgesehen, weil damit ein zusätzlicher, nur sehr schwer erfaßbarer Einfluß auf die Nematodenpopulationen aufgetreten wäre.

3.2. Aufstellung der Gefäße und klimatische Daten

Als Standort wurde eine mit Glas überdachte Fläche gewählt, um von Niederschlägen unabhängig zu sein, da der Wassergehalt der Böden durch regelmäßiges Gießen möglichst konstant gehalten

werden sollte. Im Versuchsjahr 1968 standen die Gefäße auf dem Erdboden (Abb. 1).



Abb. 1: Überblick über den Gefäßversuch im Jahr 1968.

Da der Wassergehalt 1968 jedoch noch sehr große Schwankungen aufwies, wurden die Gefäße 1969 auf Wagen gestellt. Alle zwei Tage oder (im Sommer) täglich wurde das Gewicht der Gefäße durch Wägen kontrolliert. Durch das Umstellen der Gefäße (1969) und die fast tägliche Kontrolle gelang es, den Wassergehalt 1969 gleichmäßig auf einem Niveau zu halten (Abb. 2).

Während des Winters standen die Gefäße rundum mit Stroh verpackt dicht nebeneinander auf dem Erdboden. Während dieser Zeit wurden sie nur wenig gegossen, um ein Springen der Gefäße zu vermeiden. Die Bodentemperatur im Gefäß sank während der Wintermonate zeitweise auf -4°C .

Aus der Abb. 2 sind die Bodentemperaturwerte an den Tagen der Probenentnahme in 10 cm Tiefe in den Gefäßen zu entnehmen.

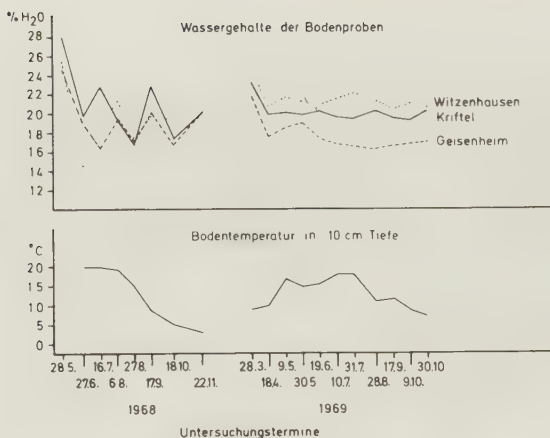


Abb. 2: Mittelwerte der Wassergehalte und der Bodentemperatur in den Jahren 1968/69.

3.3. Auswertung des Gefäßversuches

3.3.1. Probenentnahme

Die Entnahme der Bodenproben aus den Gefäßen wurde wie bei den Freilanduntersuchungen mit einem Bohrstock durchgeführt. Im Versuchsjahr 1968 wurden an 9 Terminen (vom 28.5. bis 22. 11.) und 1969 an 11 Terminen (vom 28.3. bis 30.10.) Proben gezogen, dabei nur an den ersten Terminen (28. 5. 68 und 28. 3. 69) aus allen Gefäßen. Später gelangten nur jeweils drei Gefäße eines Versuchsgliedes zur Untersuchung, so daß jedes Gefäß alle 6-8 Wochen untersucht wurde.

Bei der Entnahme der Proben wurde je Gefäß in der Nähe der Pflanzen an drei von Termin zu Termin immer wechselnden Stellen eine Bodensäule bis zum Gefäßboden ausgestochen und in Plastikbechern gesammelt. Die entstandenen Einstichlöcher wur-

den mit entseuchtem Boden der jeweiligen Anlage wieder gefüllt.

Von den 75 - 100 ml einer Gefäßprobe wurden nach sorgfältiger Mischung 50 ml für die Auswaschung verwendet. Der verbliebene Boden wurde zur Bestimmung der Wassergehalte (Trocknung bei 105°C) und pH-Werte (Messung in 0,1 n KCl-Lösung) verwendet.

3.3.2. Isolierung und Auszählung der Nematoden

Die Auswaschungen der Proben erfolgte, wie bei den Freilanduntersuchungen, nach der Methode von OOSTENBRINK, wobei die Proben in Plastikbechern mit 150 ml Wasser 4 - 6 Stunden vorgeweicht wurden. Im Unterschied zu den Freilanduntersuchungen wurden sie 48 Stunden auf dem Trichter belassen und erst dann wurden die Nematoden mit 10 ml Wasser abgezapft. Die Auszählung der Tiere erfolgte wie bei den Freilanduntersuchungen nach Zentrifugation unter dem Mikroskop bei 48facher Vergrößerung.

Folgende Gattungen wurden bei der Auswertung berücksichtigt: Pratylenchus, Tylenchorhynchus, Helicotylenchus, Rotylenchus, Xiphinema und Paratylenchus. Die Nematoden aller anderen Gattungen wurden als 'Übrige Gattungen' zusammen erfaßt. Bei den ersten fünf genannten Gattungen wurden die Larven, Weibchen und Männchen getrennt ausgezählt, während bei der Gattung Paratylenchus und bei den 'übrigen Gattungen' nur die Gesamtzahl der isolierten Tiere erfaßt wurde. Alle erhaltenen Werte wurden auf 100 ml Boden umgerechnet.

1969 wurden nicht nur die Nematoden aus dem Boden, sondern auch aus den Wurzeln isoliert, die bei der Probeentnahme angestoßen wurden. Dazu wurden die Wurzeln, die nach dem Durchspülen der Probe in der Oostenbrink-Kanne auf dem oberen Sieb zurückblieben, zusammen mit anderen Rückständen (hauptsächlich Steinchen und Quarzkörnern) in einem Plastikbecher gesammelt. Da sich die Erdpartikel im Wasser schneller absetzen als die Wurzeln, war eine anschließende Trennung leicht möglich. Die Wurzeln aus drei Gefäßen mit einer Pflanzen- und Bodenart ergaben für die

weitere Untersuchung eine Mischprobe. Alle stark verholzten Wurzelteile mit einer Stärke über 3 mm wurden verworfen, da in Vorversuchen festgestellt worden war, daß in ihnen kaum noch Pratylenchen vorkommen.

Die 21 Mischproben eines Termines wurden nach schnellem Abtrocknen zwischen Filterpapier gewogen, auf Sarangewebe gegeben und in Glastulpen gelegt. Anschließend wurden die Tulpen mit 200 ml Wasser gefüllt und auf eine Belüftungsanlage zur Isolierung von Nematoden aus Wurzeln (WYSS 1968) gestellt (Abb. 3). Die Luft, die das Wasser durchperlte, wurde von einer Aquariumpumpe angesaugt.

Im Abstand von zwei (später drei) Tagen wurden 10 ml abgezapft. Nach anschließender Zentrifugation wurden die Nematoden, es waren meist nur Pratylenchen, ausgezählt. In den Glastulpen wurde die abgezapfte Wassermenge wieder ergänzt, so daß immer 200 ml in den Tulpen vorhanden waren. Besonders bei diesen Auszählungen wurde auf eine genaue Erfassung der Larven, Weibchen und Männchen geachtet.

Die Glastulpen blieben während der ersten Untersuchungstermine 8 - 9 Tage in der Belüftungsanlage. Da in anderen Versuchen aber nachgewiesen werden konnte, daß noch nach 40 Tagen Pratylenchen aus den Wurzeln auswandern, wurden die Glastulpen später 21 Tage auf der Belüftungsanlage belassen. Die angegebenen Ergebnisse beziehen sich jedoch alle auf 8 bzw. 9 Tage Belüftungszeit.

Die Belüftungsanlage stand in einem verdunkelten Kellerraum, in dem eine Durchschnittstemperatur von 19°C bei geringen Schwankungen herrschte. Die Wassertemperatur lag immer 1°C unter der Raumtemperatur.



Abb. 3: Belüftete Glastulpen mit Wurzeln von Prunus cerasifera

3.4. Ergebnisse des Gefäßversuches

3.4.1. Bodenbeschreibung und Pflanzenwuchs

Die Charakterisierung der Böden erfolgte nach der ATTERBERG-Methode (NEHRING 1960) anhand der abschlämbbaren Teilchen. In allen drei Fällen handelt es sich um schwere Böden, wobei die aus Geisenheim und Krißfeld kaum Unterschiede im Gehalt der organischen Substanz aufweisen. (Tab. 4). Diese Böden sind als schluffige Lehme (SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL 1966) zu bezeichnen. Der Boden aus Witzhausen zeichnet sich durch einen besonders hohen Anteil organischer Substanz aus (12,3 %). Nach seiner Korngrößenfraktion ist er als sandig toniger Lehm einzustufen.

Die größten Unterschiede weisen die Böden in ihrem pH-Wert auf, der von 5,0 - 7,2 reicht (Tab. 4).

Der Wassergehalt der Böden wurde durch kontrolliertes Gießen auf einem möglichst konstanten Wert gehalten (siehe Abb. 2).

Tabelle 4: Kennwerte der Versuchsböden

	Geisenheim	Witzenhausen	Kriftel
Bodenart	uL	stL	uL
Tonanteil	24%	32%	23%
Schluffanteil	54%	38%	55%
Sandanteil	22%	30%	22%
org. Substanz	3,6%	12,3%	4,8%
pH-Wert (0,1n KCl)	7,2	5,0	6,3
Mittelwerte 1969			
% Wassergehalt	18,4%	20,9%	20,7%
Mittelwerte 68/69			

Der Pflanzenwuchs wurde in beiden Jahren dreimal nach der Stärke des Austriebes (Länge) und der Verzweigung vonitiert. Zunächst zeigte sich, daß in allen bepflanzten Gefäßen mindestens eine Pflanze angewachsen war. In 60,3 % aller mit unbehandeltem Boden gefüllten Gefäßen waren alle drei Pflanzen angewachsen.

Bei den Kontrollpflanzen Rotklee und Erdbeeren gab es keine Ausfälle. Im ersten Versuchsjahr fiel dagegen die Unterlage Prunus avium F12/1 völlig aus. Es wuchsen insgesamt nur drei Pflanzen an. Dieses Ergebnis ist sicher auf die schlechte Wurzelausbildung der sehr stark entwickelten Unterlagen zurückzuführen.

Die F12/1-Gefäße wurden im Versuchsjahr 1969 dann mit jeweils drei neuen Unterlagen wiederbepflanzt. In allen anderen Gefäßen wurde keine Nachpflanzung ausgefallener Unterlagen vorgenommen, auch wenn nur eine Unterlage gewachsen war.

Sehr auffallend war die schlechte Anwachsquote der Unterlagen, die in mit Methylbromid entseuchtem Boden standen. Hier fielen

nicht nur die Unterlagen Prunus avium F12/1 aus, sondern auch Prunus mahaleb wuchs sehr schlecht. Von 16 mit dieser Unterlage bepflanzten Gefäßen blieben nur 2 für die Kontrollen übrig. Insgesamt war bei den Gefäßen mit entseuchtem Boden ein Ausfall von 35 % zu verzeichnen.

Im oberirdischen Pflanzenwuchs zeigte sich jedoch kein Unterschied zwischen den Unterlagen in unbehandelten und entseuchten Böden (Abb. 4). Ergebnisse von gesteigerten Austriebsleistungen, wie sie verschiedentlich in Freilanduntersuchungen nach einer Bodenentseuchung erzielt wurden (DECKER 1960, HOESTRA 1967, KÜHNE und EYSELL 1970, PITCHER et al. 1966), konnten in diesem Gefäßversuch nicht nachgewiesen werden.



Abb. 4: Pflanzen- und Wurzelentwicklung nach 2 Jahren von Prunus insititia 'St. Julien' in unbehandeltem Boden (rechts) und in mit Methylbromid entseuchtem Boden (links).

Dagegen waren die Unterlagen, die einzeln in den Gefäßen wuchsen meist etwas kräftiger im Wuchs als jene, die zu dritt in einem Gefäß standen.

Auch die Wuchsleistung in den drei Böden wies einen Unterschied auf, wobei die Pflanzen im Geisenheimer und Krifteler Boden besser wuchsen als die im Witzenhausener Boden.

Da für die Untersuchungen der Entwicklung von Nematodenpopulationen die Durchwurzelung des Bodens von entscheidender Bedeutung ist, wurden zum Versuchsende (November 1969) einige Gefäße auf die Wurzel Ausbildung hin untersucht. Dabei stellte sich heraus, daß die Anzahl der pro Topf gewachsenen Pflanzen keinen großen Einfluß auf die Durchwurzelung des Gefäßes hatte. In allen Gefäßen konnte sowohl am äußeren Rand als auch im Inneren eine gute Wurzel Ausbildung festgestellt werden. Das Wurzelsystem bei nur einer gewachsenen Pflanze war zum Teil etwas dichter als bei drei gleichzeitig gewachsenen Pflanzen. Dagegen war die Wurzelmasse pro Gefäß von nur einer Pflanze geringer als die von zwei oder drei.

Wie schon beim oberirdischen Pflanzenwuchs konnten auch beim Vergleich der Wurzel Ausbildung der Pflanzen von unbehandelten und entseuchten Böden keine wesentlichen Unterschiede festgestellt werden (Abb. 5).

Bei der Untersuchung der Durchwurzelung zeigte sich, daß die Gefäße, die mit Witzenhausener Boden gefüllt waren, schlechter, d. h. lockerer durchwurzelt waren als die Gefäße mit den beiden anderen Böden. Dieses geht zum Teil auch aus den Zahlen der Wurzelgewichte in der Tabelle 5 hervor.

Tabelle 5: Wurzelgewichte von Rotklee, Erdbeeren, *Prunus avium*, *Prunus mahaleb* und *Prunus insititia* 'St. Julien' je Gefäß in unbehandeltem Boden. (Die Zahl in der Klammer gibt die Anzahl der in einem Gefäß gewachsenen Pflanzen an).

Bodenherkunft	Klee	Erdbeeren	Pr.av.	Pr.ma.	Pr.'St.J.'
Geisenheim	118 (3)	81 (3)	306 (3)	279 (2)	297 (3)
Witzenhausen	78 (3)	71 (3)	218 (2)	160 (3)	103 (1)
Kriftel	112 (3)	98 (3)	249 (3)	278 (2)	181 (1)

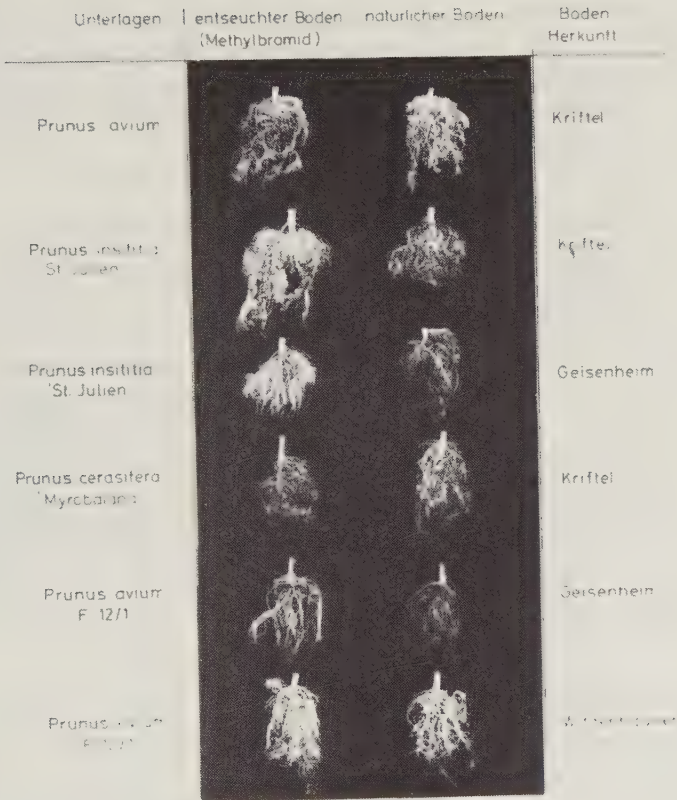


Abb. 5: Wurzelentwicklung von 4 Steinbostunterlagen in Volk-Kultur-Gefäßen nach 2jährigem Wachstum in natürlichem und entseuchtem Boden.

Beurteilt man das Wurzelsystem der einzelnen Pflanzen nach dem Anteil feiner Wurzeln, in denen zum Beispiel noch Pratylenchen in größerer Anzahl gefunden werden können, so ist folgendes zu sagen: Die feinsten Wurzeln bildeten die Kleepflanzen aus. Mit einem sehr hohen Anteil feiner Wurzeln folgt dann Pr. insititia 'St. Julien', danach die Erdbeeren, Pr. mahaleb, Pr. avium und zum Schluß Pr. cerasifera 'Myrobalana', die ein verhältnismäßig starkes und dickes Wurzelwerk aufweist.

3.4.2. Die Entwicklung der Nematoden-Populationen

3.4.2.1. Überblick über die untersuchten Nematodengattungen und -arten

Wie schon bei der Beschreibung der untersuchten Steinobstanlagen erwähnt wurde, traten von den pflanzenparasitären Nematoden vor allem die Gattungen Pratylenchus, Paratylenchus, Tylenchorhynchus, Helicotylenchus, Rotylenchus und Xiphinema auf.

In einzelnen Proben wurden auch einige Nematoden der Gattungen Longidorus und Criconemoides gefunden, allerdings so selten, daß sie nicht weiter berücksichtigt wurden. Gleiches gilt auch für Heterodera - Larven, die im Boden aus Witzenhausen mehrmals nachgewiesen wurden.

a) Familie Hoplolaimidae (Filipjev, 1934) Wieser 1953

Von drei Gattungen dieser Familie wurde der Verlauf der Populationsdichteänderung in den Untersuchungen verfolgt. Es handelte sich dabei um die endoparasitisch lebende Gattung Pratylenchus und um die ektoparasitisch lebenden Gattungen Helicotylenchus und Rotylenchus.

Die Gattung Pratylenchus war in allen Böden mit der Art P. penetrans vertreten, während nur in Geisenheimer Boden noch die Art P. thornei auftrat, anteilmäßig aber weit hinter P. penetrans zurückblieb. Zu Beginn der Untersuchungen konnte im Geisenheimer Boden noch eine dritte Art, P. neglectus, festgestellt werden, die aber sehr schnell zurückging und im zweiten Jahr nicht mehr nachweisbar war.

Die Gattungen Helicotylenchus und Rotylenchus waren vorwiegend mit einer Art in den Böden vertreten. Bei Helicotylenchus war es H. digonicus und bei Rotylenchus handelte es sich in erster Linie um R. goodeyi. R. fallorobustus trat nur im Boden von Witzenhausen auf, wurde hier aber nur in wenigen Exemplaren gefunden. Im Geisenheimer Boden fehlte diese Gattung völlig.

b) Familie Tylenchidae Filipjev 1934

Als einzige Gattung dieser Familie wurde die Gattung Tylenchorhynchus bei den Auswertungen erfaßt. Sie trat mit der Art T. brevidens in allen Böden auf, während T. quadrifer nur in zwei Böden (Kriftel und Witzenhausen) nachweisbar war. Neben diesen Arten wurden noch im Geisenheimer Boden T. nanus und im Witzenhausener Boden T. macrurus gefunden.

c) Familie Criconematidae (Taylor 1936) Thorne, 1949

Auch von dieser Familie wurde nur eine Gattung, Paratylenchus, genauer untersucht. In allen Böden war diese Gattung mit der einen Art P. projectus vertreten.

d) Familie Longidoridae (Thorne 1935) Meyl 1960

Von den drei Gattungen Longidorus, Paralongidorus und Xiphinema, die als Pflanzenparasiten eine große Bedeutung, vor allem im Hinblick auf ihre Fähigkeit Viren übertragen zu können, besitzten, wurde nur die Gattung Xiphinema mit der Art X. vuittenezii nachgewiesen. Im Boden aus Witzenhausen fehlte diese Gattung völlig.

Zusammenfassend ist das Vorkommen der einzelnen Arten in den untersuchten Böden in der Tabelle 6 dargestellt.

Die prozentuale Verteilung der untersuchten Gattungen in den drei Böden zum Zeitpunkt des Versuchsbeginns (28. 5. 68) ist der Tabelle 7 zu entnehmen.

Tabelle 6: Die Populationsdichte der im Gefäßversuch erfaßten Nematodenarten

		Herkunft der Böden		
		Geisenheim	Witzenhausen	Kriftel
Pratylenchus penetrans (Cobb, 1917) Chitwood et Oteifa, 1952	Wurzel Boden	xxx x	xx x	xxx xx
Pratylenchus thornei Sher et Allen, 1953	Boden	x		
Rotylenchus goodeyi Loof et Oostenbrink, 1958			xx	x
Rotylenchus fallorobustus (T. Goodey, 1932) Sher, 1965			x	x
Helicotylenchus digonicus Perry, 1959		xx	x	x
Tylenchorhynchus brevidens Allen, 1965		xx	x	x
Tylenchorhynchus quadrifer Andrassy, 1954			x	x
Tylenchorhynchus nanus Allen, 1955		x		
Tylenchorhynchus macrurus (Goodey, 1932) Filipjev, 1936			xx	
Paratylenchus projectus Jenkins, 1956		x	xx	xxx
Xiphinema vuittenezi Luc, Lima, Flegg et Weischer, 1964		x		x

(xxx = hohe, xx = mittlere, x = geringe Dichte)

Tabelle 7: Prozentuale Verteilung der untersuchten Nematodengattungen zum Versuchsbeginn (28.5.68) (Mittelwerte für 100 ml Boden aus allen untersuchten Gefäßen)

Nematodengattungen	Geisenheim	Böden Witzenhausen	Kriftel
Pratylenchus	3,9	10,8	1,1
Paratylenchus	0,5	2,9	49,1
Tylenchorhynchus	42,8	1,2	0,5
Helicotylenchus	3,2	4,9	2,0
Rotylenchus	0	18,3	0,1
Xiphinema	0,2	0	0,1
'Übrige Gatt.'	49,4	61,9	47,3
100 % entsprechen	922	187	1068 Nematoden

3.4.2.2. Entwicklung der Populationen der einzelnen Gattungen unter dem Einfluß verschiedener Pflanzen

In den folgenden Abschnitten sollen die Ergebnisse über den Entwicklungsverlauf der Populationen von Pratylenchus, Paratylenchus, Helicotylenchus, Tylenchorhynchus und Xiphinema dargestellt werden. Da die Veränderungen der Populationsdichten in den drei untersuchten Böden unter dem jeweiligen Pflanzeneinfluß oft nur geringe Unterschiede aufwiesen, sind für die Darstellungen der Populationen die ersten fünf Gattungen die Kurven des Krifteler Bodens, für Xiphinema die des Geisenheimer Bodens ausgewählt worden.

a) Entwicklung in den unbepflanzten Kontrollen

Die Kurven für die Entwicklung der Populationen von Helicotylenchus, Tylenchorhynchus und Pratylenchus in den unbepflanzten Gefäßen weisen für 1968 einen geringen aber deutlichen Abfall zum Jahresende auf (Abb. 6). Nur bei Helicotylenchus konnte im September/Okttober eine geringe Populationszunahme verzeichnet werden. In der folgenden Untersuchungsperiode (März - Oktober

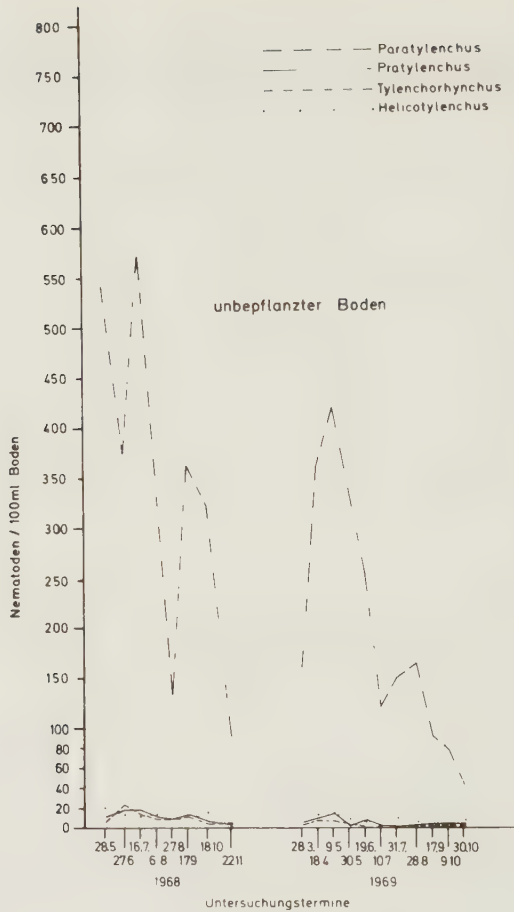


Abb. 6: Änderung der Populationsdichten der Gattungen Paratylenchus, Pratylenchus, Tylenchorhynchus und Helicotylenchus im unbepflanzten Boden (Krißel).

1969) traten bei den drei Gattungen nur sehr geringe Schwankungen auf. Die Tendenz verläuft 1969 nach anfänglich leichter Zunahme (April/Mai) zum Herbst hin wieder abnehmend. Am deutlichsten war dieser Rückgang bei Pratylenchus und Tylenchorhynchus zu beobachten. Anfang Juli konnten in den Proben nur noch vereinzelt einige Tiere dieser Gattungen festgestellt werden.

Deutlicher als bei den bisher genannten Gattungen wird die Abnahme der Populationsdichte bei Paratylenchus sichtbar. Schon im ersten Untersuchungsjahr wird ein deutlicher Populationsrückgang erkennbar, obwohl noch Anfang Mai und Ende Juli stärkere Zunahmen der Populationsdichte zu verzeichnen sind. Nach anfänglichem Anstieg der Populationsdichte dieser Gattung im April/Mai des 2. Jahres ist an den folgenden Untersuchungsterminen ein recht kontinuierlicher Rückgang erkennbar, der nur Ende Juli/Anfang August durch eine geringe Zunahme unterbrochen wird.

Für die Entwicklung der vier genannten Populationen im unbepflanzten Boden gilt allgemein, daß in beiden Jahren eine deutliche Abnahme zu verzeichnen ist, die nur durch geringe Dichtezunahmen in den Monaten Mai/Juni und z. T. Juli/August unterbrochen wird.

b) Entwicklung in den mit Trifolium pratense bepflanzten Gefäßen

Trifolium pratense weist von allen untersuchten Pflanzen den größten dichtefördernden Einfluß auf. Am deutlichsten wird dieser Einfluß bei der Betrachtung der Populationskurven von Paratylenchus sichtbar (Abb. 7). So steigt die Populationsdichte 1968 mit zwei Rückgängen (August / Ende Oktober) von 400 auf 2600 Tiere / 100 ml Boden an. Im folgenden Untersuchungsjahr tritt dagegen ein sehr viel ungleichmäßigerer Kurvenverlauf auf. Die größte Populationsdichte wird Anfang Juli mit 5200 Individuen / 100 ml Boden erreicht. Zum Ende der Untersuchung tritt dann eine Abnahme der Dichte auf. Während des gesamten Untersuchungszeitraumes sinkt die Populationsdichte aber nie unter den Ausgangswert von Mai 1968.

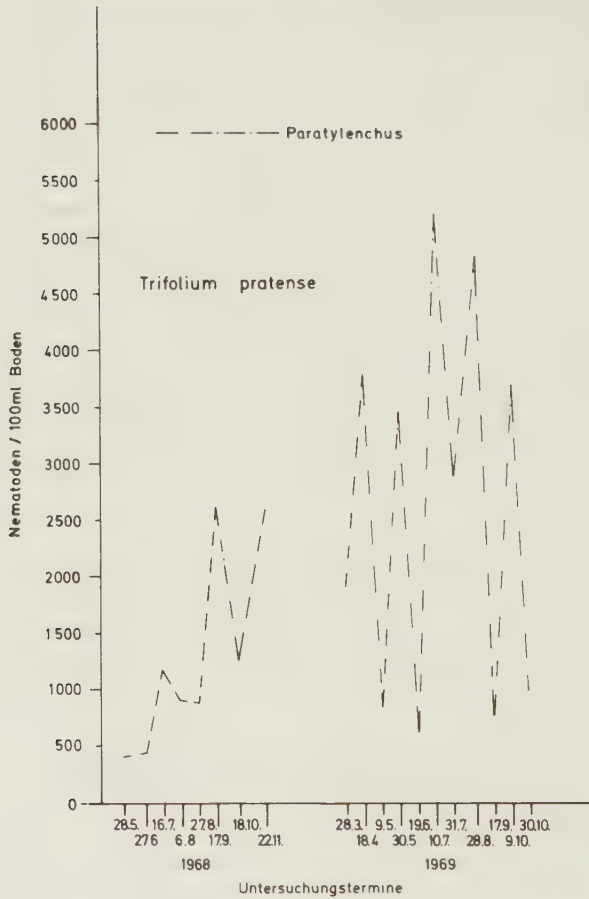


Abb. 7: Änderung der Populationsdichte der Gattung *Paratylenchus* unter dem Einfluß von *Trifolium pratense* im Krielteler Boden.

Auch bei den Gattungen Tylenchorhynchus, Pratylenchus und Helicotylenchus ist ein fördernder Einfluß des Rotklees deutlich sichtbar (Abb. 8). Während schon 1968 vor allem bei Tylenchorhynchus eine Zunahme zu bemerken ist, tritt diese 1969 noch deutlicher in Erscheinung.

Die Entwicklung der Populationen von Pratylenchus und Helicotylenchus ist der von Tylenchorhynchus sehr ähnlich. Im ersten Untersuchungsjahr ist bei beiden Gattungen nach anfänglichem Rückgang ab August eine Zunahme der Dichten erkennbar. Im November erreichen die Gattungen denn aber Dichtewerte, die denen des Augustes sehr ähnlich sind. Im zweiten Jahr wurde bei der Helicotylenchus-Population bis zum Juli eine Zunahme der Dichte verzeichnet. Der Höchstwert wird wie bei der Tylenchorhynchus-Population Ende Juli erreicht. Anschließend folgt ein sehr starker Rückgang, dem sich Ende Oktober eine erneute Zunahme anschließt.

Während die Gattungen Tylenchorhynchus und Helicotylenchus im zweiten Jahr bis zum Juli einen sehr deutlichen Anstieg der Populationsdichten aufweisen, ist dies bei Pratylenchus nicht der Fall. Der Kurvenverlauf für diese Population weist bis zu seinem Höhepunkt im September mehrere kleine Anstiege und Rückgänge auf, obwohl die Tendenz einer Zunahme der Populationsdichte ersichtlich wird. Nach Erreichen des Höchstwertes im September (360 P./100 ml Boden) geht die Dichte auf 1/10 dieses Wertes zurück und steigt zum letzten Untersuchungstermin, wie es auch bei Helicotylenchus beobachtet wurde, wieder an.

Neben dem Verlauf der Populationsentwicklung im Boden wurden im zweiten Jahr auch die Populationen von Pratylenchus in den Wurzeln untersucht. Diese Ergebnisse werden für alle Pflanzen zusammen auf Seite 45/47 dargestellt.

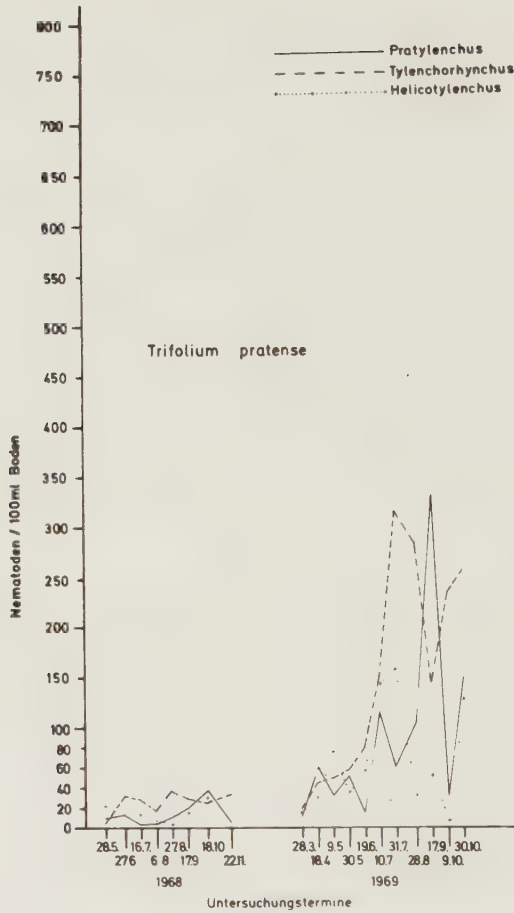


Abb. 8: Änderung der Populationsdichten der Gattungen Pratylenchus, Tylenchorhynchus und Helicotylenchus unter dem Einfluß von Trifolium pratense im Krißtaler Boden.

c) Entwicklung in den mit Fragaria ananassa bepflanzten Gefäßen

Während der Rotklee auf die vier beschriebenen Gattungen einen fördernden Einfluß ausübt und dies vor allem bei der Gattung Paratylenchus deutlich wurde, ist bei der zweiten Kontrollpflanze, der Erdbeere, ein solcher Einfluß meist nicht zu verzeichnen. Im Gegenteil, im ersten Untersuchungsjahr ist bei allen Gattungen eine hemmende Wirkung auf den Entwicklungsgang zu bemerken (Abb. 9).

Auch im folgenden Untersuchungsjahr konnte bei den Paratylenchen keine deutliche Zunahme der Population unter den Erdbeerpflanzen beobachtet werden, wie es etwa aus den USA berichtet wird (CHAPMAN, 1956; TAYLOR and ZYCH 1964). Ähnlich wie beim Rotklee ist der Kurvenverlauf der Paratylenchen 1969 durch einen laufenden Wechsel von Anstieg und Abfall gekennzeichnet, wobei eine eindeutige zunehmende oder abnehmende Tendenz jedoch nicht erkennbar wird.

Die Entwicklung der Gattung Pratylenchus weist dagegen in beiden Jahren einen ähnlichen Verlauf unter dem Einfluß der Erdbeeren auf, wie er schon beim Rotklee dargestellt wurde. Die Anzahl der aus den Proben isolierten Tiere ist aber allgemein geringer als bei den Rotkleeproben.

Bei Helicotylenchus ist 1968 eine sehr einheitliche Populationsdichte zu beobachten. Dagegen weist der Kurvenverlauf der Populationsdichte 1969 drei deutliche Gipfel auf. Nach Erreichen der Höchstwerte tritt aber jeweils wieder ein Rückgang, meist bis auf den Ausgangswert von 1969, ein.

Auch bei der Population von Tylenchorhynchus ist eine sehr gleichmäßige Entwicklung festzustellen. Nach anfänglicher Zunahme (Juni 1968) geht die Populationsdichte doch schnell wieder auf den Ausgangswert zurück und im weiteren Verlauf der Untersuchungen sind nur noch geringe Schwankungen um den Ausgangswert zu bemerken.



Abb. 9: Änderung der Populationsdichten der Gattungen Paratylenchus, Pratylenchus, Tylenchorhynchus und Helicotylenchus unter dem Einfluß von Fragaria ananassa im Krieffelder Boden.

d) Entwicklung in den mit Prunus mahaleb und Prunus avium bepflanzen Gefäßen

Bei der Betrachtung der Ergebnisse (Abb. 10) über die Änderungen der Populationsdichte von Paratylenchus in den Gefäßen mit Prunus mahaleb wird deutlich, daß diese Unterlage einen leicht fördernden Einfluß aufweist. So ist nach den ersten zwei Untersuchungsterminen von 1968 ein steiler Anstieg der Kurve zu verzeichnen, dem dann aber ein sehr starker Rückgang folgt. Danach nimmt die Populationsdichte wieder stetig zu. Im Jahr 1969 treten, wie schon beim Rotklee beobachtet wurde, sehr starke Schwankungen in der Populationsdichte auf. Vergleicht man die Entwicklung unter dieser Steinobstunterlage mit der Entwicklung im unbepflanzten Boden, so wird deutlich, daß ein positiver Entwicklungseinfluß auf die Paratylenchus-Population durch Prunus mahaleb ausgeht. Neben dem Rotklee weist diese Steinobstunterlage den stärksten fördernden Einfluß auf diese Gattung auf.

Die Veränderungen der Populationsdichte bei den Gattungen Pratylenchus, Helicotylenchus und Tylenchorhynchus unterscheiden sich kaum von denen, die in den unbepflanzten Gefäßproben und in den Proben der Gefäße mit Erdbeeren ermittelt wurden. Während die Gattungen Helicotylenchus und Tylenchorhynchus während der Untersuchungsstermine nur geringfügige Abweichungen vom Ausgangswert aufweisen, tritt bei der Gattung Pratylenchus im zweiten Jahr eine leichte Zunahme der Populationsdichte ab Juli auf.

Auch bei der Unterlage Prunus avium verläuft die Entwicklung der Populationen von Helicotylenchus, Tylenchorhynchus und Pratylenchus in einer ähnlichen Weise wie bei Prunus mahaleb (Abb. 11).

Anders ist dagegen die Entwicklung der Populationsdichte bei der Gattung Paratylenchus. Im ersten Untersuchungsjahr kann ein sehr deutlicher Rückgang der Dichte festgestellt werden. Im zweiten Untersuchungsjahr bleibt dann eine niedere Dichte mit nur geringen Schwankungen (90 - 140 Exemplare / 100 ml Boden) erhalten.

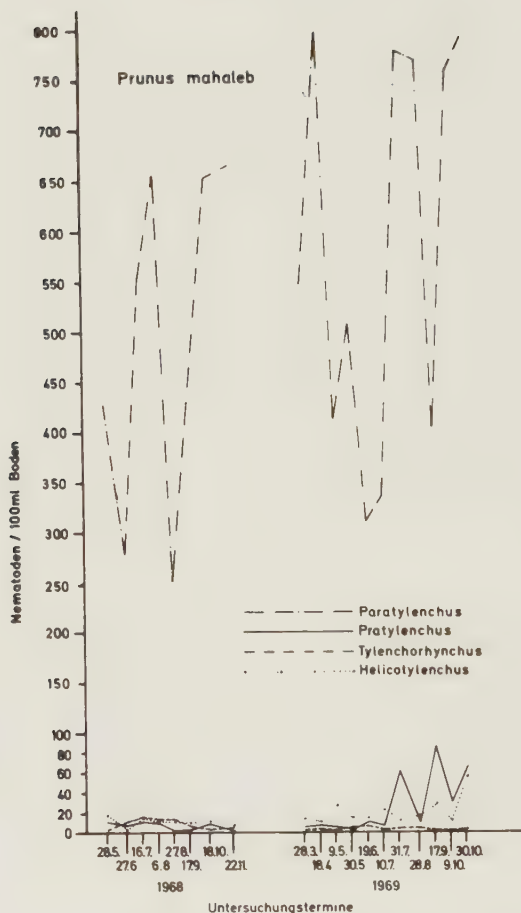


Abb. 10: Änderung der Populationsdichten der Gattungen Paratylenchus, Pratylenchus, Tylenchorhynchus und Helicotylenchus unter dem Einfluß von Prunus mahaleb im kritteler Boden.

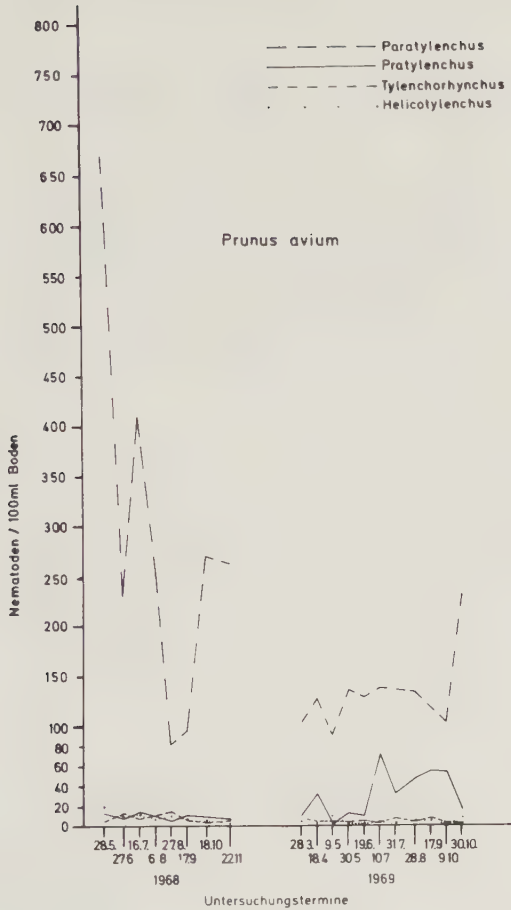


Abb. 11: Änderung der Populationsdichten der Gattungen Paratylenchus, Pratylenchus, Tylenchorhynchus und Helicotylenchus unter dem Einfluß von Prunus avium im Krieffeler Boden.

Da die Ausgangsverseuchung des Bodens (670 Paratylenchen / 100 ml Boden) bedeutend höher lag, hatte diese Unterlage also einen populationsfördernden Einfluß.

e) Entwicklung in den mit Prunus insititia 'St. Julien' und Prunus cerasifera 'Myrobalana' bepflanzten Gefäßen

Auch bei den Pflaumenunterlagen Prunus insititia 'St. Julien' und Pr. cerasifera 'Myrobalana' konnten für die Populationen der Gattungen Helicotylenchus und Tylenchorhynchus ähnliche Veränderungen in ihrer Dichte festgestellt werden, wie bei den Kirschenunterlagen Prunus mahaleb und Pr. avium. In beiden Jahren treten auch hier nur geringe Schwankungen um den Ausgangswert auf (Abb. 12 und 13).

Bei der Gattung Pratylenchus ist im zweiten Untersuchungsjahr eine allgemein zunehmende Tendenz der Populationsdichte festzustellen, die von Termin zu Termin aber zum Teil recht große Schwankungen aufweist. Diese für Prunus insititia 'St. Julien' geltende Tendenz ist für die Unterlage Pr. cerasifera 'Myrobalana' nicht zutreffend. Hier kann bis Anfang Juli noch keine Zunahme der Population verzeichnet werden. Erst Ende Juli tritt ein leichter Anstieg der Individuenzahl ein, der dann aber wieder ähnlich starke Schwankungen aufweist wie unter dem Einfluß der vorher genannten Unterlage.

Die Dichte der Population von Paratylenchus unter dem Einfluß der Unterlage Pr. insititia 'St. Julien' weist einen ähnlichen Verlauf auf, wie er schon bei Pr. avium aufgezeigt wurde. Dagegen konnte in den Gefäßen mit der Pflaumenunterlage Prunus cerasifera 'Myrobalana' in beiden Jahren nur eine geringfügige Änderung der Tendenz festgestellt werden (siehe Abb. 13). Die Schwankungen sind hier aber bedeutend größer als bei der Unterlage P. insititia 'St. Julien' im Jahr 1969.

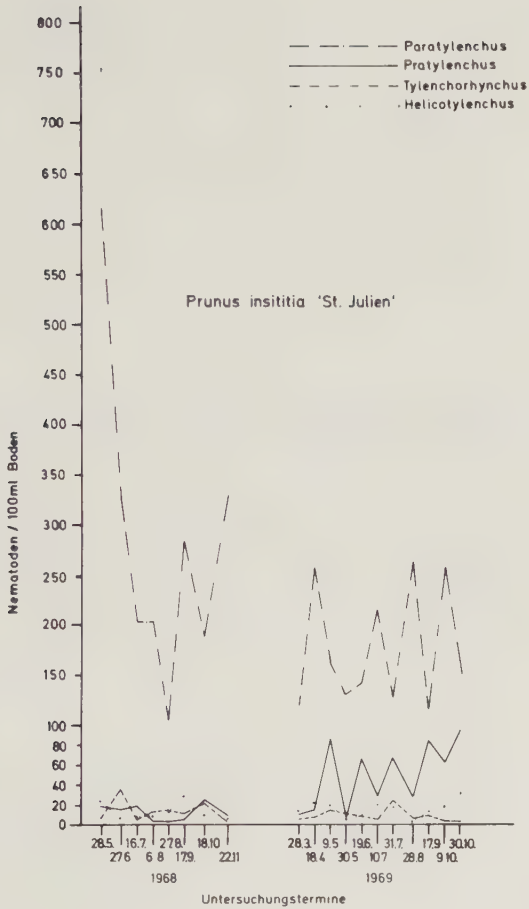


Abb. 12: Änderung der Populationsdichten der Gattungen Paratylenchus, Pratylenchus, Tylenchorhynchus und Helicotylenchus unter dem Einfluß von *Prunus insititia* 'St. Julien' im Krielteler Boden.

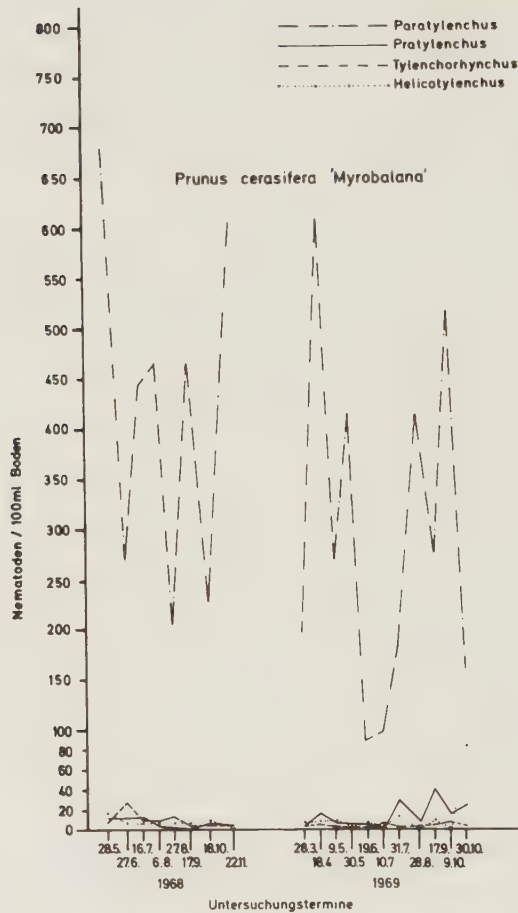


Abb. 13: Änderung der Populationsdichten der Gattungen Paratylenchus, Pratylenchus, Tylenchorhynchus und Helicotylenchus unter dem Einfluß von Prunus cerasifera 'Myrobalana' im Krifteler Boden.

f) Entwicklung der Wurzelpopulation von Pratylenchus

Betrachtet man nur die Entwicklung einer Bodenpopulation von Pratylenchus, wie es z. B. für 1968 nur durchgeführt werden konnte, so erhält man nie eine klare Aussage über die Entwicklung der Gesamtpopulation, da die in den Wurzeln lebenden Nematoden außer Acht gelassen werden.

So zeigte sich im Falle der Gefäßproben von Rotklee, daß die Anzahl der Pratylenchen im Boden zwischen 10 und 60 Tieren/100 ml Boden, in den Wurzeln aber zwischen 500 und 16000/10 g Wurzeln schwankt.

Auch in den Wurzeln der Prunus-Unterlagen und der Erdbeere sind bedeutend mehr Pratylenchen nachweisbar als im Boden. Im Vergleich zum Rotklee ist die Vermehrung in den Wurzeln dieser Pflanzen aber bedeutend geringer (Abb. 14). Die Änderung der Populationsdichte in den Wurzeln verläuft beim Klee und bei der Erdbeere, sowie bei der Unterlage P. cerasifera 'Myrobalana' etwa gleichartig. In allen drei Fällen tritt die größte Dichte im Juli auf, während zu den vorherigen und folgenden Untersuchungszeitpunkten nur etwa 40 % des Juliwertes nachweisbar sind.

Eine recht gleichmäßige Zunahme der Population konnte in den Wurzeln von P. mahaleb beobachtet werden, wobei auch hier im Juli die größte Dichte festgestellt wurde. Sowohl der Anstieg als auch der Rückgang der Population verlief bei dieser Pflanze nicht so plötzlich wie beim Rotklee oder bei der Pflaumenunterlage Pr. cerasifera 'Myrobalana'. Eine noch gleichmäßigere Entwicklung der Wurzelpopulation konnte in den Proben von Pr. avium beobachtet werden, wobei der Höchstwert aber erst im September erreicht wurde.

Die geringsten Schwankungen weist die Wurzelpopulation von Pratylenchus in den Proben mit der Pflaumenunterlage Pr. insititia 'St. Julien' auf. Hier konnte schon nach dem dritten Untersuchungstermin (Mitte Mai) die größte Nematodenzahl in den Wurzeln

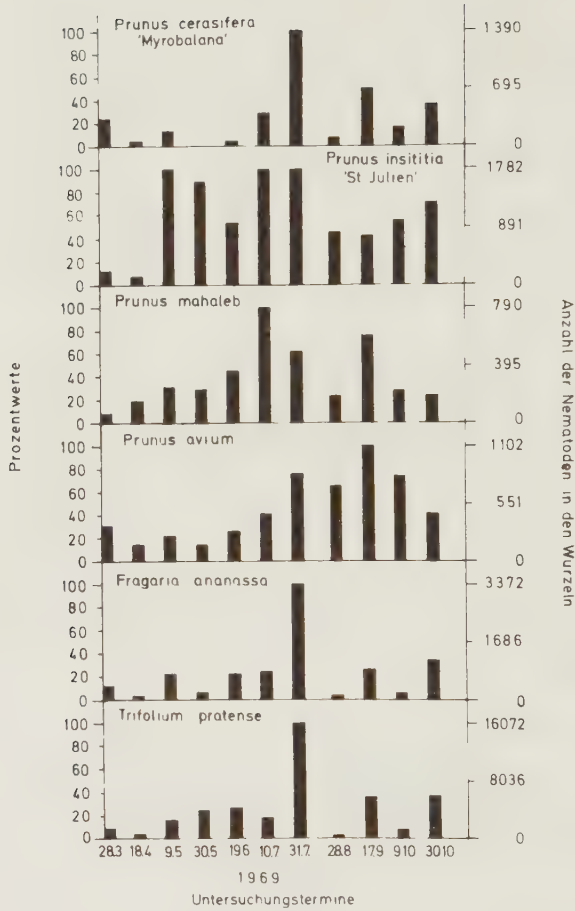


Abb. 14: Entwicklung der Wurzelpopulation von *Pratylenchus penetrans* im Krielteler Boden (Maximumwerte = 100%)

festgestellt werden. Die Dichte nimmt dann zwar um etwa 50 % ab, erreicht aber im Juli wieder die Werte vom Mai. Darauf sinkt die Population erneut ab, bleibt in dem Zeitraum bis zum Ende der Untersuchungen aber auf einem Wert von etwa 50 % der Maximaldichte.

Während bei den Wurzelpopulationen ab Juli, außer bei Prunus avium und Prunus insititia 'St. Julien' ein Rückgang in der Dichte auftritt, ist im gleichen Zeitraum bei den Bodenpopulationen eine geringe Zunahme zu bemerken. Diese Zunahme wird sicher durch auswandernde Pratylenchen bedingt und nicht durch eine Vermehrung der Bodenpopulation.

Bei der Betrachtung der einzelnen Werte wird deutlich, daß nicht nur von den Pflanzen, sondern auch vom Boden ein Einfluß auf die Entwicklungsverläufe ausgeht. So wurden im Geisenheimer Boden, in dem eine mit dem Krifteler Boden vergleichbar gute Wurzel Ausbildung beobachtet wurde, immer weniger Nematoden nachgewiesen als in den hier erwähnten Fällen. Auf die Faktoren Boden und Pflanzenwurzel wird in der Diskussion näher eingegangen.

g) Entwicklung der Xiphinema-Population im Geisenheimer Boden

Wie die Abb. 15 der Populationsentwicklung von Xiphinema im Geisenheimer Boden zeigt, veränderte sich die Populationsdichte 1968 in den einzelnen Versuchsgliedern sehr unterschiedlich. So konnten aus den mit Prunus insititia 'St. Julien' bepflanzten Gefäßen nach den ersten beiden Untersuchungsterminen keine Exemplare mehr nachgewiesen werden, während unter den anderen Pflanzen die Werte im gleichen Zeitraum mehr oder weniger deutlich um den Ausgangswert schwanken. Ab Ende August tritt dann in allen Fällen eine leichte Erhöhung der Populationsdichte auf, die im September/Okttober den Höchstwert erreicht.

Wie aus der Abbildung weiter zu entnehmen ist, traten während der Populationszunahme im Herbst 1968 verstärkt Larven in den

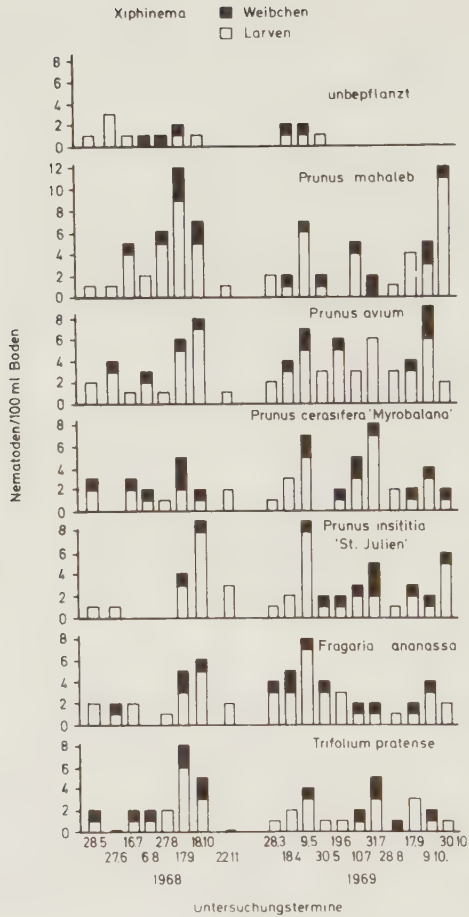


Abb. 15: Entwicklung der Xiphinema-Population im unbepflanzten Geisenheimer Boden und unter dem Einfluß 6 verschiedener Pflanzen

Proben auf. Ein Hinweis dafür, daß sich diese Gattung an den untersuchten Pflanzen wirklich vermehrte. Männchen wurden in den Proben nie nachgewiesen.

In den unbepflanzten Kontroll-Gefäßen konnte Xiphinema (auch Larven) bis zum vierten Termin des 2. Jahres nachgewiesen werden, trat dann aber nicht mehr in Erscheinung.

Die Entwicklung in den bepflanzten Gefäßen weist in allen Fällen bis zum Mai 1969 eine starke Zunahme der Populationen auf. Anschließend tritt aber ein Rückgang auf, der bei den Erdbeeren bis zum September anhält, bei den anderen Pflanzen schon früher durch eine erneute Zunahme unterbrochen wird. In den Gefäßen mit den Unterlagen Pr. mahaleb, Pr. avium und Pr. insititia 'St. Julien' erfolgt dann vor allem im Oktober nochmals eine stärkere Zunahme der Populationsdichte, bei der, wie schon im Mai und im Vorjahr, ein verstärktes Auftreten von Larven zu bemerken ist.

Aus der Analyse der einzelnen Larvenstadien, die in der Abb. 15 nicht dargestellt wurden, geht hervor, daß das Verhältnis zwischen den beiden Larvengruppen L1/L2 und L3/L4 während der Untersuchungen immer konstant 1:1 war.

Eine verstärkte Förderung der Xiphinema-Population durch eine bestimmte Pflanzenart ist aus den vorliegenden Untersuchungen nicht abzuleiten.

h) Überblick über die Entwicklung der untersuchten Nematodengattungen in den Böden aus Geisenheim, Witzenhausen und Kriftel

Trotz der unterschiedlichen Populationsdichte der einzelnen Gattungen in den drei Böden (Abb. 16), ist die Tendenz der Dichteveränderung in dem Untersuchungszeitraum bei den einzelnen Versuchsgliedern (Pflanzen und Böden) denen am Beispiel des Krifteler Bodens dargestellten Ergebnissen sehr ähnlich.

	Pratylenchus		Paratylenchus	Tylenchorhynchus	Rotylenchus	Helicotylenchus	Xiphinema	übrige Gattungen
	Boden	Wurzeln						
	G W K	G W K	G W K	G W K	G W K	G W K	G W K	G W K
Trifolium pratense								
Fragaria ananassa								
unbepflanzt								
Prunus mahaleb								
" avium								
" 'St Julien'								
" Myrobalana								

	0-10 Nematoden / 100ml Boden	G=Geisenheimer Boden
	11-100 " / " "	W=Witzenhausener Boden
	101-1000 " / " "	K=Krifteler Boden
	> 1000 " / " "	

Abb. 16: Überblick über die Populationsdichten der untersuchten Gattungen in den einzelnen Versuchsglieder.

Besonders unterschiedlich waren die Werte der Tylenchorhynchus-Populationen in den drei Böden. Aus dem Geisenheimer Boden wurden zwischen 200 und 900 Tiere, aus dem Witzenhausener Boden etwa 40 und aus dem Krifteler Boden meist weniger als 10 aus 100 ml Boden isoliert.

Der bei der Auswertung des Krifteler Bodens nicht berücksichtigte Verlauf der Populationsdichte der Gattung Rotylenchus, weist in beiden Böden, in denen diese Gattung vorhanden war, einen Verlauf auf, der dem von Helicotylenchus sehr ähnlich ist. Lediglich die Anzahl der isolierten Nematoden unterscheidet sich in beiden Böden stark. So wurden in den Witzenhausener Bodenproben etwa 20 - 80 Tiere / 100 ml festgestellt, während es im Krifteler Boden nur 1 - 10 Tiere waren.

In allen Böden zeigte sich, daß dem Klee der größte Einfluß in bezug auf eine Förderung der Populationen zukommt, während bei den Unterlagen Prunus avium und P. cerasifera 'Myrobalana' oft schon ein negativer Effekt auftrat.

Die geringsten Populationsdichten wurden allgemein im Witzenhausener Boden festgestellt, was besonders deutlich bei der Gattung Pratylenchus auffiel.

4. INFEKTIONSVERSUCHE

Zur Klärung der Frage, welche Bedeutung den im Gefäßversuch untersuchten Nematodengattungen als direkte Schaderreger an Prunus-Unterlagen zukommt, wurden Infektionsversuche mit Sämlingen von Prunus cerasifera und Prunus mahaleb und drei Nematodenarten der Gattungen Xiphinema, Rotylenchus und Pratylenchus durchgeführt.

4.1. Durchführung der Infektionsversuche

4.1.1. Pflanzenanzucht

Die Stratifikation der Samen von Prunus cerasifera und Pr. mahaleb erfolgte im Kühlschrank bei $+7^{\circ}\text{C}$ in kleinen Holzkästen, die mit Quarzsand gefüllt wurden.

Der Quarzsand wurde vor dem Einschichten der Samen gut gewaschen und bei 105°C getrocknet. So wurde vermieden, daß die keimenden Samen schon vor der eigentlichen Infektion durch Nematoden befallen werden konnten. Nach dem Keimen der Samen (die Stratifikationszeit betrug 8 - 12 Wochen) wurden die Kisten bei 18°C in einer Gewächshauskabine aufgestellt.

Nach dem die Sämlinge die ersten Blätter entwickelt hatten, wurden sie in die Infektionsgefäße gesetzt. Sie waren dann 3 - 5 cm groß und hatten eine Wurzel von 2 - 7 cm Länge. Danach wurden die Pflanzen zunächst noch etwa 7 Tage bis zur Infektion in der Gewächshauskabine belassen.

4.1.2. Infektionsgefäße und Substrate

Die ersten Infektionen wurden an Sämlingen vorgenommen, die in Glasröhren (4,5 cm lang und 2,7 cm im Durchmesser) in reiner Nährlösung (Knopsche Nährlösung plus 10 ml Spurenelementlösung nach Hoagland) wuchsen. Das Wachstum der Pflanzen und auch der Wurzeln war sehr gut, jedoch konnten von den zugegebenen Nematoden schon nach 3 Wochen keine mehr aus der Nährlösung oder den Wurzeln isoliert werden.

Die nächsten Untersuchungen wurden deshalb mit Sämlingen durchgeführt, die in Quarzsand wuchsen. Da sich auch hier keine Vermehrungs- oder Infektionserfolge zeigten, wurden schließlich alle weiteren Versuche mit Sämlingen in 6 cm-Plastiktöpfen (80 ml Inhalt) mit einem Substrat aus Komposterde und Quarzsand (0,5 - 1,0 mm Körnung) im Mischungsverhältnis 1:1 vorgenommen. Das Substrat wurde vor dem Bepflanzen 2 Stunden bei 2 atü autoklaviert, um eventuell vorhandene Nematoden abzutöten.

Die Sämlinge wurden wöchentlich einmal mit Knop'scher Nährlösung plus 10 ml Spurenelementlösung nach Hoagland, sonst mit reinem Leitungswasser gegossen.

4.1.3. Nematodenmaterial und Infektion

Für die Infektionen wurde folgendes Infektionsmaterial verwendet.

Xiphinema vuittenezi: Diese Xiphinema-Art wurde aus Bodenproben einer Sauerkirschenanlage bei Krißfel isoliert. Da in 100 ml Boden nur 1 - 7 Tiere gefunden wurden, konnten die Infektionen nur mit wenigen Tieren durchgeführt werden. Alle Sämlinge wurden mit 4 Weibchen und 4 - 6 Larven infiziert.

Rotylenchus robustus: Das Infektionsmaterial wurde aus Bodenproben des Königstädter Forstpflanzgartens gewonnen. In die Töpfe mit den Sämlingen wurden je nach Versuchsglied 30 - 600 Nematoden (Larven und adulte Tiere) gegeben.

Pratylenchus penetrans: Die für die Infektionsversuche benötigten Nematoden wurden aus Sonnenblumenwurzeln (Helianthus annuus) mit Hilfe der Belüftungsanlage isoliert. Die Sonnenblumen wurden in der Erde aus Königstädten kultiviert, die Pratylenchus penetrans in großen Mengen enthielt. Daneben wurden für den Infektionsversuch, der genauere Aussagen über das Eindringen und die Vermehrung in den Wurzeln der Prunus-Sämlinge liefern

sollte, auch Tiere einer Sterilkultur auf Luzernekallos verwendet.*)

Die für die Infektionen vorgesehenen Nematoden wurden nach der Auswaschung mit einer feinen Nematodenangel aus der Nematodensuspension einzeln entnommen und in Blockschälchen gesammelt. Mit einer Glaspipette (Pasteurpipette) wurden die Tiere aus diesen Schälchen aufgesogen und an zwei Stellen in die Töpfe gegeben. Die Einstichstellen wurden danach leicht angedrückt.

Nach erfolgter Infektion standen die Sämlinge in einer klimatisierten Gewächshauskabine, deren Temperatur zwischen 18 und 24°C schwankte. In den Monaten Oktober bis Februar wurde von 5 - 9 und von 16 - 21 Uhr, im März von 5 - 7.30 und von 17 - 21 Uhr und von Anfang April bis Mitte April von 5 - 7 und von 18 - 21 Uhr Zusatzlicht gegeben. Als Lichtquelle diente eine 1000 Watt HP Philipps Birne mit einem Leuchtschirm, die 1,60 m über den Kabinentischen hing.

In einem weiteren Versuch wurden die Sämlinge direkt in verseuchte Erde getopft. Diese Erde stammte aus einem Forstpflanzgarten und enthielt in größerer Menge die Nematodenarten Pratylenchus penetrans, Rotylenchus robustus und Trichodorus spp. (hauptsächlich T. pachydermus und T. aequalis).

4.2. Auswertung der Infektionsversuche

Die Auswertung der Versuche erfolgte nach 8, 12, 16 und 20 Wochen. Die Gewinnung der Nematoden aus dem Boden und den Wurzeln erfolgte nach den beschriebenen Methoden (Seite 21 und 22). Der gesamte Inhalt der Infektionsgefäße wurde bei diesen Versuchen ausgewaschen und ausgewertet.

Um die Nematoden auch direkt im Wurzelgewebe nachzuweisen, wurden die Wurzeln 2 - 3 Minuten in eine kochende Säurefuchsin-Lactophenol-Lösung (DECKER 1969) gelegt. Die anschließende Auf-

*) Herrn Dr. RÖSSNER (Giessen) danke ich für die Überlassung der Versuchstiere.

hellung erfolgte in reinem Lactophenol, in dem die Wurzeln auch bis zur Auswertung unter dem Mikroskop blieben. Die Wurzelstücke wurden dabei zwischen Deckglas und Objektträger etwas angequetscht.

Um genaue Aussagen über eine mögliche Vermehrung machen zu können, wurden bei allen Arten Männchen, Weibchen und Larvenstadien getrennt gezählt. Dabei wurden L1 und L2 sowie L3 und L4 zusammengefaßt.

4.3. Ergebnisse der Infektionsversuche

Die Versuche mit künstlicher Infektion der Erde mit den Nematodengattungen Xiphinema, Rotylenchus und Pratylenchus erbrachten folgende Ergebnisse:

Xiphinema vuittenezi (Ausgangsverseuchung 8-10 Tiere/Topf) vermehrte sich an Sämlingen von Prunus cerasifera und P. mahaleb während einer Versuchsdauer von 8 - 12 Wochen nicht. Nur in 2 von 25 Töpfen konnten noch 1 bzw. 2 Tiere nachgewiesen werden. Auch an den Wurzeln der infizierten Pflanzen konnten keine Veränderungen gegenüber den Kontrollpflanzen ohne Nematoden nachgewiesen werden. Einzelne Wurzelverdickungen traten in beiden Varianten auf.

Die Auswertung der mit Rotylenchus robustus infizierten Sämlinge erfolgte nach 8, 12 und 16 Wochen und führte zu den in Tabelle 8 dargestellten Ergebnissen. Aus den aufgezeigten Werten geht hervor, daß in keinem Fall mehr Tiere wiedergefunden werden konnten als ursprünglich zugesetzt wurden.

Deutliche Unterschiede traten bei den Infektionen von Prunus mahaleb und P. cerasifera auf. Es ergab sich, daß bei den P. mahaleb-Infektionen immer mehr Tiere wiedergefunden wurden als bei den P. cerasifera-Infektionen. Die Anzahl der rückisolierten Tiere ging aber bei beiden Infektionsgruppen mit zunehmender Infektionsdauer zurück. So konnten nach 8 Wochen bei

P. mahaleb noch 54,9 % der zugegebenen Tiere nachgewiesen werden, während es nach 12 Wochen nur noch 32,5 % waren.

Bei P. cerasifera wurden dagegen in den Versuchsgliedern mit einer Infektionsrate von mehr als 500 Rotylenchus/Topf nach 8 - 12 Wochen nur etwa 10 % der Tiere wiedergefunden. In allen anderen Infektionsversuchen mit weniger als 500 Tieren konnten in dem Untersuchungszeitraum bis zu 16 Wochen keine Nematoden mehr nachgewiesen werden.

Wie aus Tab. 8 ersichtlich ist, gelang es mit Hilfe der Belüftungsanlage auch Rotylenchus von den Gehölzwurzeln zu isolieren. Dabei handelte es sich sicher um Tiere, die an den Wurzeln gerade saugten und bei der Bodenauswaschung nicht mit erfaßt wurden.

Tabelle 8: Populationsveränderung der Nematodenart Rotylenchus robustus an Sämlingen von Prunus mahaleb.
(Mittelwerte aus jeweils 4 Wiederholungen)

Anzahl zugegebener Rotylenchen/Topf	Infektionszeit in Wochen	Rotylenchus im Boden (80 ccm)	Rotylenchus an den Wurzeln
30	12	0	0
35	16	1	0
40	12	0	0
50 *)	8	41	0
60	12	40	2
70	12	20	0
80 *)	12	50	0
100	12	8	0
200 *)	8	161	0
300 *)	12	56	2
450	12	136	1
600	8	253	0

*) Mittelwerte aus 3 Wiederholungen.

Nach WYSS (1969) dringt Rotylenchus robustus bei der Nahrungsaufnahme mit dem Kopf tief in das Rindengewebe ein. Symptome konnten an den Sämlingswurzeln jedoch nicht festgestellt werden.

Die Ergebnisse der Versuche mit den Arten Pratylenchus penetrans, Rotylenchus robustus und Trichodorus spp. (Tr. pachydermus und Tr. aequalis) an Prunus cerasifera im verseuchten Boden aus Königstädten sind in der Tabelle 9 wiedergegeben.

Tabelle 9: Entwicklung von Pratylenchus penetrans (Pr.), Rotylenchus robustus (Ro.) und Trichodorus spp. (Tr.) an Prunus cerasifera nach 12wöchiger Infektionszeit

Ausgangsverseuchung/100 ml			Nematoden in 100 ml Boden nach 12 Wochen			Nematoden in den Wurzeln nach 12 Wochen		Ergebnisse der Wurzelfärbung
Pr.	Ro.	Tr.	Pr.	Ro.	Tr.	Pr.		Pr.
353	140	50	282	138	48	--	1)	++
587	198	117	474	133	84	--	1)	++
295	387	123	147	297	77	18973		+
502	293	84	507	203	84	26501		+
314	107	76	385	161	70	36332		+
410	225	90	359	186	73			

- 1) Keine Wurzeln in den Belüftungsanlagen untersucht, da das gesamte Wurzelmaterial gefärbt wurde.
- + Nur noch vereinzelt Nematoden und Eier in den Wurzeln nachweisbar (Färbung der Wurzeln nach 15tägiger Belüftung)
- ++ Sehr dichtes Auftreten von Nematoden und Eiern in den Wurzeln

Trichodorus spp. veränderte sich unter dem Einfluß dieser Unterlage kaum. Ein verstärktes Auftreten konnte 12 Wochen nach der Infektion nicht festgestellt werden.

Ähnlich fielen auch die Ergebnisse bei Rotylenchus robustus aus. Gegenüber den Versuchen, bei denen nur Rotylenchen als Infektionsmaterial den Töpfen zugegeben wurde, konnte in die-

sem Versuch mit einer 'Mischinfektion' nach 12 Wochen ein bedeutend höherer Prozentsatz (82,7 %) der im Boden vorher vorhandenen Nematoden wiedergefunden werden. Jedoch war es im Gegensatz zu den vorher beschriebenen Versuchen in diesem Falle nicht möglich Rotylenchus von den Wurzeln zu isolieren.

Während die Gattungen Rotylenchus und Trichodorus sich kaum veränderten und eine Vermehrung nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden konnte, ist letzteres bei Pratylenchus penetrans der Fall. Im Boden konnte bei dieser Art nur eine geringfügige Veränderung der Dichte festgestellt werden, dagegen konnten aus den Wurzeln nach 15tägiger Belüftung sehr viele Tiere isoliert werden. Selbst nach dieser Zeit wurden in den Wurzeln nach Anfärbung mit Säurefuchsin-Lactophenol-Lösung noch einige Individuen und auch Eier nachgewiesen.

Wie bei den in verseuchtem Boden gewachsenen Sämlingen konnte auch bei denen, die nur mit Pratylenchus penetrans infiziert wurden, eine Entwicklung der Nematoden in den Wurzeln nachgewiesen werden.

Die Untersuchungen, die in Tab. 10 zusammengefaßt sind, zeigen, daß bei einer Infektionsrate bis zu 100 Tieren nur sehr wenige Tiere nach 14 Wochen im Boden und in den Wurzeln nachgewiesen werden konnten. Eine Vermehrung war bei den unter Prunus cerasifera lebenden Pratylenchen in diesen Varianten nicht zu beobachten, während bei Prunus mahaleb die Vermehrung bei 100 zugesetzten Tieren wohl gerade beginnt.

Die stärkste Vermehrung wurde bei beiden Sämlingen nach einer Nematodenzugabe von 200 bis 3000 Tieren pro Sämling beobachtet.

In einem weiteren Infektionsversuch sollte geprüft werden, wie schnell die Pratylenchen in die Wurzeln eindringen und wie die Vermehrung darin verläuft.

Tabelle 10: Entwicklung von Pratylenchus penetrans an Sämlingen von Prunus cerasifera und Pr. mahaleb (Mittelwerte aus 4 bzw. 3(+) Wiederholungen)

Anzahl zugegebener Nematoden pro Topf		Wochen nach Infektion	Zahl der isolierten Nematoden aus dem Boden (80 ml) den Wurzeln	
<u>Prunus cerasifera</u>	30	14	0	0
	40	14	0	1
	50	14	1	3
	100	14	10	10
	200 +)	20	14	415
	250	16	33	1162
	500	16	96	2224
	700	16	134	1321
	870 +)	20	8	303
	3000	20	466	1419
<u>Prunus mahaleb</u>	30	14	0	5
	50	12	2	7
	100	12	5	79
	550	16	123	712
	610	16	44	1248
	1000 +)	20	9	428
	2000	20	372	1892
	3000	20	214	518
	4000 +)	20	395	768

Für diesen Versuch mit Prunus cerasifera und P. mahaleb-Sämlingen in 6-cm-Plastiktöpfen wurde ein den anderen Versuchen gegenüber etwas verändertes Substrat, eine Mischung aus Quarzsand (0,5 - 1,0 mm Körnung) und nematodenfreiem Krifteler Boden (2 mm) im Verhältnis 2:1 gewählt. Ein Zusatz von Quarzsand war nötig, um den Boden etwas aufzulockern und die Verschlämmung zu vermindern. Der pH-Wert dieses Substrates lag bei 6,2 und damit dem pH-Wert des Krifteler Bodens im Gefäßversuch sehr nahe. Dieser Boden wurde gewählt, da sich schon im Gefäßversuch zeigte, daß sich die Pratylenchen unter diesen pH-Bedingungen etwas besser entwickelten als unter niederen und höheren pH-Werten.

Die Infektion der Töpfe mit Nematoden erfolgte wie bei den vorher beschriebenen Versuchen mit Hilfe einer feinen Glaspipette.

In jeden Topf wurden etwa 200 Tiere einer Sterilkultur gegeben, wobei das Verhältnis der zugegebenen Larven : Weibchen : Männchen etwa 3:1:1 betrug.

Nach einer Infektionszeit von 2, 4, 6, 10 bzw. 12 Wochen wurden je 5 Töpfe, wie bei den anderen Versuchen schon beschrieben, ausgewertet. Die Isolierung der Tiere aus den Wurzeln erfolgte mit der Belüftungsanlage, wobei die Wurzeln 21 Tage belüftet und die ausgewanderten *Pratylenchen* im Abstand von 3 Tagen abgezapft und ausgewertet wurden.

Die Ergebnisse dieses Versuches sind in der Tabelle 11 und der Abb. 17 wiedergegeben.

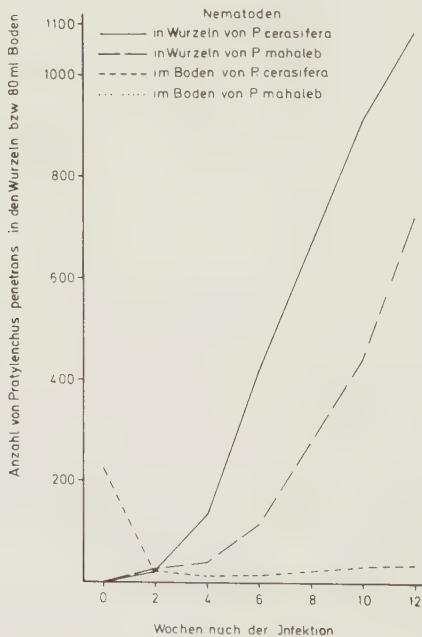


Abb. 17: Entwicklung von *Pratylenchus penetrans* an *Frunus cerasifera* und *P. mahaleb* in Infektionsversuchen

Tabelle 11: Entwicklung von Pratylenchus penetrans an Sämlingen von Prunus cerasifera und Prunus mahaleb

Pratylenchus penetrans in											
Wochen nach Infektion	unbepflanzten Töpfen aus 80 ml Boden			aus 80 ml Boden			bepflanzten Töpfen aus den Wurzeln			gesamt	
	L	♀	♂	L	♀	♂	L	♀	♂	L	gesamt
0	134	31	29	157	38	32	227	0	0	0	0
2	12	15	5	7	14	3	24	8	5	9	22
4	17	13	8	2	4	5	11	83	21	31	135
6	5	21	10	4	6	2	12	323	52	41	416
10	14	27	5	15	13	4	32	705	126	79	911
12	21	18	11	15	15	6	36	740	216	123	1079

0	139	31	35	128	38	26	192	0	0	0	0
2	7	15	10	5	10	2	17	10	8	7	25
4	11	16	7	3	6	1	10	19	9	10	38
6	5	10	2	3	5	2	10	83	18	13	114
10	3	9	2	4	5	2	11	337	56	25	418
12	1	9	2	15	13	4	32	499	99	61	659

Zwei Wochen nach der Infektion wurden sowohl in den bepflanzten als auch in den nicht bepflanzten Töpfen nur eine sehr geringe Anzahl von Pratylenchen im Boden und in den Wurzeln wiedergefunden (Abb. 17). Es sind nur 7 - 16 % der zugegebenen Nematoden. Auch später wurden aus dem Boden nie mehr als 18 % des Ausgangswertes isoliert. Dagegen trat in den Wurzeln eine starke Vermehrung auf, die bis zum Ende der Untersuchungen anhält.

Den Ergebnissen ist zu entnehmen, daß sich Pratylenchus in den Wurzeln von Prunus cerasifera besser und auch schneller vermehrt als in denen von Prunus mahaleb.

Obwohl in den Wurzeln eine starke Vermehrung stattfand, ergaben die Wurzeluntersuchungen während der einzelnen Auswaschungstermine keine Unterschiede im Wurzelbild zwischen infizierten und nicht infizierten Pflanzen.

Bei den Wirtspflanzen wurde 4 Wochen nach der Infektion an den infizierten Pflanzen ein gegenüber der Kontrolle dichteres Wurzelsystem festgestellt. An den folgenden Terminen war dieser Unterschied aber nicht mehr nachweisbar (Abb. 18).

Bei den Prunus cerasifera-Sämlingen traten nach 6 Wochen in den Kontrollen mehr feine Wurzeln auf, was aber ebenfalls später nicht mehr beobachtet wurde.

Symptome dicht hinter den Wurzelspitzen, wo Pratylenchus in die Wurzeln eindringt, konnten nicht nachgewiesen werden. Einzelne Nekrosen und Verbräunungen traten sowohl an nicht infizierten als auch an infizierten Pflanzen auf.

Auch der oberirdische Pflanzenwuchs zeigte während der gesamten Untersuchungsperiode keine Unterschiede zwischen behandelten und unbehandelten Pflanzen.

In der folgenden Tabelle 12 sind die bei den Infektionsversuchen erzielten Ergebnisse für alle drei untersuchten Nematodengattungen zusammengefaßt.



Abb. 18: Wurzel- und Pflanzenentwicklung von Prunus mahaleb 4 Wochen nach der Infektion mit ca. 200 Präf. 780 ml Boden (links infiziert, rechts Kontrolle).

Tabelle 12: Ergebnisse der Infektionen von Prunus cerasifera und Prunus mahaleb mit Nematoden der Gattungen Xiphinema, Rotylenchus und Pratylenchus

	Prunus cerasifera		Prunus mahaleb	
	Nematoden- entwicklung	Wurzel- symptome	Nematoden- entwicklung	Wurzel- symptome
Xiphinema	O	O	O	O
Rotylenchus	x	O	x	O
Pratylenchus				
a) Boden	x		x	
b) Wurzel	xx	O	xx	O

O = keine Nematoden und Symptome nach der Infektion nachweisbar

x = keine Vermehrung der Nematoden

xx = eine Vermehrung der Nematoden konnte nachgewiesen werden

Daraus geht hervor, daß eine Vermehrung an den Prunus-Unterlagen nur bei der Gattung Pratylenchus erfolgte. Die Populationsdichte der Gattung Rotylenchus ging dagegen sehr stark zurück, während die Gattung Xiphinema in den Infektionsversuchen 8 - 12 Wochen nach erfolgter Infektion nicht mehr nachgewiesen werden konnte.

5. DISKUSSION

Die Ergebnisse der durchgeführten Freilanduntersuchungen in hessischen Steinobstanlagen zeigen, daß eine große Anzahl phytopathogener Wurzelnematoden verschiedener Gattungen in den Böden auftritt. Eine einheitliche Zusammensetzung der Nematodenfauna und ähnlich hohe Populationsdichte war in den einzelnen Anlagen nicht vorhanden. Selbst innerhalb der Anlagen wies die Zahl der Nematoden der einzelnen Proben in den meisten Fällen große Schwankungen auf.

In einigen Anlagen, die immer wieder mit Steinobstarten bepflanzt worden waren, konnte kein verstärktes Auftreten bestimmter Gattungen beobachtet werden, obwohl die Pflanzen sehr deutliche Abbauerscheinungen aufwiesen. Für diese Anlagen muß angenommen werden, daß die 'Bodenmüdigkeit' nicht allein durch Nematoden verursacht wird, wie es in vielen Fällen beschrieben wird (DECKER 1960, HOESTRA et al. 1964, NOLTE und DIETER 1957, OOSTENBRINK 1955, PITCHER et al. 1966).

Die Gattungen, die in den Steinobstanlagen am häufigsten vertreten waren, sind Pratylenchus, Paratylenchus, Aphelenchoides und Aphelenchus. Da die Anlagen aber nicht in allen Fällen frei von Ungräsern und Unkräutern gewesen sind, muß angenommen werden, daß die krautige Bodenflora wesentliche Einflüsse auf die Populationen ausübte. Auf solche Einflüsse weist EGUNJOBI (1968) hin, der in Apfelanlagen mit starkem Grasbewuchs aus den Wurzeln der Gräser bedeutend mehr Nematoden der Gattung Pratylenchus isolierte, als aus den Wurzeln der Obstbäume. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt auch YUEN (1966) bei der Untersuchung von Helicotylenchus und Rotylenchus in Bodenproben von Wiesen- und Waldflächen.

HOESTRA and OOSTENBRINK (1962) weisen zum anderen darauf hin, daß aus Wurzeln von Apfelbäumen, die sich in unkrautfreiem Boden entwickeln, bedeutend mehr Pratylenchus penetrans isoliert werden können, als aus solchen Wurzeln, die in grasbewachsenem Boden wuchsen.

Die Entwicklungen der Populationen in den Gefäßen mit jeweils nur einer Pflanze machen deutlich, daß die Vermehrung unter dem Einfluß der Pflanzen in den drei Böden, die sich vom Typ her nicht sehr unterscheiden - es handelt sich in allen Fällen um schwere Böden - recht deutliche Unterschiede aufweist. Dies ist nicht auf die Zu- oder Abnahme der Populationsdichte während des Untersuchungszeitraumes bezogen, sondern auf die absolute Populationsdichte der Böden. Besonders auffallende Unterschiede treten bei den Gattungen Pratylenchus und Tylenchorhynchus auf. Sowohl bei der Boden-, als auch bei der Wurzelpopulation von Pratylenchus penetrans konnte die größte Dichte immer im Krifteler Boden nachgewiesen werden, während im Witzenhausener Boden nur sehr wenige Tiere gefunden wurden. Da die Populationsdichten bei den einzelnen Pflanzenarten in den drei Böden nur geringe Schwankungen aufweisen, der Wassergehalt der Böden ebenfalls nur geringe Abweichungen untereinander erkennen läßt (Kriftel 20,7 %, Witzenhausen 20,9 %) und auch in den Korngrößenzusammensetzungen nur geringe Unterschiede zu verzeichnen sind, ist anzunehmen, daß der pH-Wert als entscheidender Faktor hier wirksam wird. Über den Einfluß des pH-Wertes auf die Populationsdynamik der Nematoden liegen bisher jedoch nur wenig exakte Untersuchungen vor.

So konnten MORGAN and MAC LEAN (1968) für Pratylenchus penetrans an Wicken einen entscheidenden Einfluß des pH-Wertes auf die Vermehrung nachweisen. Im Bereich von pH 5,5 - 5,8 waren sowohl im Boden als auch in den Wurzeln bedeutend mehr Pratylenchen als in den Bereichen unter pH 5,5 und über 6,0.

Da bei den hier untersuchten Böden der pH-Wert des Krifteler Bodens (6,3) dem ermittelten Optimum von MORGAN and MAC LEAN sehr nahe kommt, kann angenommen werden, daß die größere Populationsdichte in diesem Boden durch den pH-Wert bedingt ist.

KEMPER (1966) weist im Zusammenhang mit dem pH-Wert darauf hin, daß der Einfluß dieses Faktors nicht so sehr direkt zu werten sei, sondern die Pflanzen stärker auf pH-Unterschiede reagieren und der pH-Wert somit mehr über die Pflanzen wirksam wird.

Dies könnte eventuell durch die Gefäßversuche bestätigt werden. Es war nämlich auffallend, daß das Wurzelsystem aller Pflanzen im Witzenshausener Boden (pH 5,0) etwas schlechter ausgebildet war, als in den Böden aus Kriftel (pH 6,3) und Geisenheim (pH 7,2) und daß gleichzeitig in diesem Boden die geringsten Populationsdichten vorhanden waren.

Die recht deutlichen Unterschiede in der Dichte der Bodenpopulationen von Pratylenchus penetrans im Geisenheimer Boden (pH 7,2) und Krifteler Boden (pH 6,3) - wobei die Wurzelsysteme der Pflanzen hier keine Unterschiede erkennen ließen - weisen jedoch auf einen stärkeren Einfluß des pH-Wertes hin.

Auch BASSUS (1962), BRZESKI and DOWE (1969) und SZCZYGIEL et al. (1969) nehmen an, daß die in den Böden vorhandenen Arten in ihrer Entwicklung sehr stark vom pH-Wert abhängig sind und sich dies auf die Artenzusammensetzung auswirkt.

SZCZYGIEL et al. (1969) fanden in Obstquartieren, deren Böden eine Reaktion von pH 7,0 aufwiesen, bedeutend mehr Tylenchorhynchus brevidens und T. microdorus als in Böden mit niederen pH-Werten.

Diese Ergebnisse können durch die im Geisenheimer Boden für T. brevidens und T. nanus, einer Art, der T. microdorus sehr nahe steht, ermittelten Werte bestätigt werden. In den beiden anderen Böden mit niederen pH-Werten trat von den beiden Arten nur noch T. brevidens, aber in bedeutend geringerer Dichte, auf.

Bei der Betrachtung der Kurvenverläufe der Populationsdichten in den Jahren 1968/69 fällt auf, daß besonders in den Monaten September/Oktobre ein Populationsanstieg bei fast allen untersuchten Gattungen zu verzeichnen ist.

DIETER (1959) konnte ähnliche Ergebnisse bei Untersuchungen von baumschulmäßig genutzten Böden erzielen. Auch WEISCHER (1964) weist darauf hin, daß Maximumwerte der Populationsdichten von

fast allen parasitären Nematoden in unserem Klimabereich im Spätsommer/Herbst zu beobachten sind.

Nach den vorliegenden Untersuchungen ist anzunehmen, daß die in den Herbstmonaten deutlich sichtbaren Populationszunahmen von Pratylenchus penetrans im Boden durch Tiere, die die Wurzeln verlassen, verursacht werden.

Da bei vielen Gehölzen im Herbst vor dem Laubfall nochmals eine stärkere Zunahme des Wurzelwachstums auftritt (BAHR et al. 1970, HEAD 1968, KINMAN 1932), die bis in den November anhält, ist anzunehmen, daß dies verstärkt positiv auf die Entwicklung des Endoparasiten Pratylenchus wirkt. Die für die Wurzelpopulationen von P. penetrans aufgezeigten Ergebnisse an Trifolium pratense, Fragaria ananassa, Prunus avium und Pr. insititia 'St. Julien' bestätigen diese Annahme. Durch die im Herbst nochmals eintretende starke Vermehrung kann es aber gleichzeitig zu einer gewissen 'Raumnot' kommen, da der Wurzelzuwachs in dieser Jahreszeit meist bedeutend geringer als im Frühjahr ist. Dies führt dann wahrscheinlich zu einer verstärkten Auswanderung der Tiere. Würde man die Bodenpopulation dieser Nematoden allein betrachten, kann im Herbst sicher nur eine geringe oder gar keine Zunahme beobachtet werden, wie es im unbepflanzten Boden der Fall ist.

Die zum Teil auffallend höhere Populationsdichte von P. penetrans im Jahr 1969 gegenüber 1968 wird darauf zurückgeführt, daß 1968 durch die Bodenbehandlung vor dem Füllen der Gefäße die Nematoden stark dezimiert wurden (OOSTENBRINK 1964) und die Population sich erst langsam wieder aufbauen mußte. Zum anderen ist 1968 nur mit einer geringeren Auswanderung aus den Wurzeln zu rechnen, da durch die Wurzelneubildung noch genügend freier Raum für die Vermehrung der Pratylenchen vorhanden war. OOSTENBRINK (1958) konnte einen gleichartigen Entwicklungsverlauf bei zweijährigen Infektionsversuchen an Kartoffeln mit P. penetrans feststellen. Nur bei Trifolium pratense - diese

Pflanze durchwurzelte die Gefäße sehr schnell und weist gleichzeitig den größten Einfluß auf die Vermehrung in den Wurzeln auf - ist auch schon 1968 im Herbst eine deutliche Zunahme der Bodenpopulation zu verzeichnen.

Während der allgemeine Verlauf der Populationsdichten in beiden Jahren in den einzelnen Gefäßen keine großen Unterschiede sichtbar werden läßt, trat eine unterschiedliche Höhe der Populationsdichte in einzelnen Gefäßen auf, die auf den Einfluß der Pflanzen zurückgeführt werden kann. Im Hinblick auf eine Förderung übt Trifolium pratense von den getesteten Pflanzen den stärksten Einfluß auf die Populationen von Paratylenchus, Paratylenchus, Tylenchorhynchus, Helicotylenchus und Rotylenchus aus.

Für Paratylenchus konnten FAULKNER (1964), OOSTENBRINK (1954) und LEISCHER (1961b) nachweisen, daß sich diese Gattung an vielen krautigen Pflanzen schnell und gut vermehrt. Dies wird durch die Ergebnisse, die mit Rotklee erzielt wurden, unterstrichen. Aber auch an Gehölzen, wie Äpfeln, Birnen und Koniferen, konnte verschiedentlich eine hohe Vermehrungsrate für verschiedene Paratylenchus-Arten nachgewiesen werden (DECKER 1960, FISHER 1967, REUVER 1959). In den vorliegenden Untersuchungen konnte für Paratylenchus projectus bei den Unterlagen nur eine Förderung durch Prunus mahaleb ermittelt werden, die aber schon bedeutend geringer ist als die durch Trifolium pratense. Die Unterlagen Prunus insititia 'St. Julien' und Pr. avium wirken dagegen schon vermindern auf die Dichte dieser Gattung, während an der Pflaumenunterlage Prunus cerasifera 'Myrobalana' die Populationsdichte während der Untersuchung auf etwa gleicher Höhe blieb.

Amerikanische Ergebnisse (CHAPMAN 1956, TAYLOR and ZYCH 1964), die von einer guten Vermehrung von Paratylenchus an Erdbeeren berichten, konnten nicht bestätigt werden. Auch WYSS (1969) konnte an Erdbeeren in Norddeutschland nur verhältnismäßig geringe Dichten für diese Gattung feststellen.

Wie bei Paratylenchus kann auch bei Tylenchorhynchus die stärkste Vermehrung am Rotklee beobachtet werden, während weder bei den Unterlagen noch bei den Erdbeeren eine Zunahme der Populationsdichte festzustellen ist.

DECKER (1964) und SHARMA (1968) berichten, daß Populationen von Tylenchorhynchus dubius sehr stark von Gramineen und krautigen Pflanzen gefördert werden. Auch von der zur Zeit wohl schädlichsten Art dieser Gattung (KRUSEBERG 1959, STURHAN 1966), T. claytoni, ist bekannt, daß sie sich an krautigen Pflanzen sehr gut entwickelt und an diesen Pflanzen auch gleichzeitig die größten Schäden verursacht. SUTHERLAND and ADAMS (1964) weisen auf eine sehr gute Vermehrung dieser Art an Forst- und Baumschulgehölzen hin.

Da in den durchgeführten Untersuchungen aber kaum ein fördernder Einfluß der Unterlagen auf die Tylenchorhynchus-Population beobachtet werden konnte, muß angenommen werden, daß diese Obstgehölze für die untersuchten Arten keine günstigen Wirtspflanzen darstellen.

Bei der Gattung Helicotylenchus konnte neben Trifolium pratense ein positiver Einfluß durch Fragaria ananassa, Prunus mahaleb und Pr. insititia 'St. Julien' nachgewiesen werden.

Aus der Literatur sind sowohl für Helicotylenchus als auch für Rotylenchus, die in den Versuchen nicht durch die Unterlagen beeinflusst wurden, neben krautigen Pflanzen wie Klee, Erdbeeren, Erbsen, Möhren und Getreidearten auch Gehölze wie Lärche, Fichte und Kiefer als gute Wirtspflanzen bekannt (DECKER 1969, RÖSSNER 1969, SZCZYGLIEL 1964, TAYLOR 1961, TAYLOR and ZYCH 1964, WYSS 1969). Den Zahlenwerten der verschiedenen Untersuchungen ist zu entnehmen, daß die krautigen Pflanzen meist eine stärkere Vermehrung bewirken als die Gehölze. Diese Erscheinung kann auch durch die Ergebnisse der Gefäßversuche belegt werden.

Bei der Population von Xiphinema vuittenezi tritt der bei allen anderen Gattungen zu verzeichnende fördernde Einfluß des Rot-

klees nicht auf. Diese Art vermehrte sich besser an den Unterlagen, wobei aber auf die sehr geringe Populationsdichte dieser Gattung hingewiesen werden muß. Nach den bisherigen Fundorten (FLEGG 1966, LUC et al. 1964) in Rebananlagen, Obstgärten und Zuckerrohrplantagen und den in den Versuchen erzielten Ergebnissen muß angenommen werden, daß Gehölze bessere Wirtspflanzen für diese Art darstellen als krautige Pflanzen.

Während bei den vorher erwähnten Gattungen im gesamten Untersuchungszeitraum das Verhältnis von adulten Tieren zu Larven immer gleich blieb, kann bei Xiphinema vuittenezi nachgewiesen werden, daß eine Zunahme der Populationsdichte mit einem verstärkten Auftreten von Larven parallel verläuft. FLEGG (1966) kommt bei einer Population aus Birnenquartieren zu ähnlichen Ergebnissen. Im Frühjahr und Herbst konnte er in den Proben immer mehr Larven als adulte Tiere nachweisen, wobei die Anzahl der adulten Tiere während dieses Zeitraumes relativ abnahm. Die Feststellung, daß im Frühjahr die L1-Stadien, im Herbst aber L4-Stadien in den Proben überwiegen, kann nicht bestätigt werden. Das Verhältnis von L1/L2 zu L3/L4 war stets ausgeglichen 1:1.

Da die Art in den unbepflanzten Gefäßen stetig abnahm und 1969 nur noch zu Beginn der Untersuchungen einige Tiere in den Proben nachgewiesen werden konnten, muß angenommen werden, daß diese Art sehr empfindlich auf den Entzug von Wirtspflanzen reagiert. Alle anderen Gattungen weisen in den unbepflanzten Gefäßen zwar auch einen starken Rückgang in der Populationsdichte auf, jedoch konnte auch in den letzten Proben noch jede Gattung nachgewiesen werden.

Beurteilt man die Einflüsse der Pflanzen auf die Gattungen, so kommt man zu folgender Feststellung: am stärksten förderte Trifolium pratense die Vermehrung der Nematoden (Ausnahme Xiphinema vuittenezi); dagegen treten zwischen den einzelnen Unterlagen und der Erdbeere nur sehr geringe Unterschiede auf. Prunus mahaleb und Pr. insititia 'St. Julien' fördern allgemein

etwas stärker die Vermehrung als Prunus avium und Pr. cerasifera 'Myrobalana'.

Deutliche Unterschiede konnten nur im Einfluß auf die Wurzelpopulationen von Pratylenchus penetrans festgestellt werden. Trifolium pratense steht auch hier wieder mit Abstand an der Spitze, das heißt, in den Wurzeln vom Rotklee konnten immer mehr Nematoden dieser Gattung nachgewiesen werden als in den Wurzeln anderer Pflanzen. Dies wird darauf zurückgeführt, daß feinere weiche Wurzeln von Pratylenchus schneller befallen werden können als die Wurzeln von Gehölzen, die verhältnismäßig schnell verholzen. Untersuchungen von EGUNJOBI (1968) und HOESTRA and OOSTENBRINK (1962) weisen ähnliche Ergebnisse für den Befall von Gras- und Obstbaumwurzeln auf. Auch CHEN and RICH (1963) weisen auf eine starke Anziehungskraft von Weißklee wurzeln (Trifolium repens) auf Pratylenchus penetrans hin.

Die stärkste Vermehrungsrate bei den Unterlagen wurde bei Prunus mahaleb und P. insititia 'St. Julien' im Geisenheimer und Witzenhausener Boden festgestellt, während die Wurzeln von Prunus avium, P. cerasifera 'Myrobalana' und Fragaria ananassa bedeutend geringere Populationsdichten aufwiesen. Im Krifteler Boden konnte nach dem Rotklee, P. insititia 'St. Julien' und Erdbeeren in der Pflaumenunterlage P. cerasifera 'Myrobalana' eine recht hohe Populationsdichte nachgewiesen werden, während P. mahaleb und P. avium in diesem Boden am schlechtesten abschnitten.

OOSTENBRINK (1956) und OOSTENBRINK et al. (1957) konnten auf leichten Böden für den Befall von Prunus-Unterlagen mit Pratylenchus penetrans eine gleiche Reihenfolge aufstellen. Nach den holländischen Untersuchungen wies Prunus avium immer die wenigsten Nematoden in den Wurzeln auf. Das Vorliegen einer geringeren Anfälligkeit dieser Unterlage gegenüber P. penetrans kann jedoch nicht mit Sicherheit bewiesen werden, da P. avium in verschiedenen Anlagen oft Wachstumsdepressionen aufweist, obwohl die Anzahl der isolierten Nematoden oft geringer als bei anderen Unterlagen war (HOESTRA and OOSTENBRINK 1962, MAI and PARKER 1967).

Die im Gefäßversuch erzielten Ergebnisse zur Vermehrung der Nematoden an Prunus-Unterlagen konnten in Infektionsversuchen mit Sämlingen von Prunus mahaleb und Prunus cerasifera zum Teil bestätigt werden.

Bei der Art Xiphinema vuittenezi konnte zwar in keinem Fall eine Vermehrung nachgewiesen werden. Nur selten gelang es, nach 8 - 12 Wochen noch einige Tiere zurückzugewinnen. Auch Veränderungen an den Sämlingswurzeln, die Hinweise für ein Anstechen geben könnten, waren nicht nachweisbar.

Es wird angenommen, daß diese Art sehr empfindlich auf Umweltveränderungen, wie z. B. Auswaschung und Infektion, reagiert und die Überlebenschance dadurch sehr stark vermindert wird. Nach den Gefäßversuchen war an sich zu erwarten, daß sich Xiphinema vuittenezi an den Unterlagen recht gut vermehren würde, bzw. daß die zugegebenen Tiere an den Pflanzen sich weiterentwickeln würden. Nach Untersuchungen von FLEGG (1968) hätte nach 8 - 12 Wochen auch schon eine Vermehrung nachgewiesen werden können, da die Entwicklung vom Ei bis zur Larve maximal mit 30 Tagen angegeben wird und im Infektionsmaterial Weibchen mit Eiern vorhanden waren.

Während bei Xiphinema vuittenezi keine Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Gefäßversuche erlangt werden konnte, deuten die Versuche mit Rotylenchus darauf hin, daß diese Gattung an Prunus-Unterlagen wohl leben kann, eine Vermehrung aber nur in sehr geringem Maße stattfindet. Es zeigte sich, daß die Populationsdichte mit zunehmender Infektionsdauer langsam zurückging. RÖSSNER (1969) konnte an Koniferensämlingen ähnliche Beobachtungen machen. So konnten in seinen Versuchen nur etwa 1/50 der 400 zugegebenen Tiere nach 6-monatiger Infektionsdauer zurückgewonnen werden.

An den Wurzeln wurden, wie bei Xiphinema vuittenezi keine Symptome nachgewiesen, obwohl einige Tiere von den Wurzeln zurückgewonnen werden konnten, was darauf hindeutet, daß die Prunus-

wurzeln als Nahrungsquelle aufgesucht werden. Ein Ausbleiben von Symptomen an den Wurzeln nach erfolgtem Befall durch Nematoden wurde schon von verschiedenen Autoren beschrieben (M&I and PARKER 1967, RÖSSNER 1969, SUTHERLAND and ADAMS 1964, TROLL and ROHDE 1966, WYSS 1969).

Eine gute Entwicklung an Prunus-Sämlingen konnte nur bei der Population von Pratylenchus penetrans festgestellt werden. Nach den vorliegenden Untersuchungen müssen bei dieser Art als untere Infektionsgrenze 100 Tiere/80 ml Boden angesehen werden. Infektionen mit weniger als 100 Tieren brachten nach 12 - 14 Wochen noch keine Anzeichen für eine Vermehrung. Angaben aus Freilanduntersuchungen, bei denen schon bei bedeutend geringeren Infektionsschwellen Wachstumsdepressionen beobachtet wurden, müssen deshalb sehr kritisch betrachtet werden. Hier ist sicher nicht immer bei den Nematoden allein die Ursache zu suchen.

Aus den Infektionsversuchen ergibt sich, daß sich Pratylenchus penetrans in Wurzeln von Prunus cerasifera schneller vermehren kann als in Wurzeln von Pr. mahaleb. Da die Wurzelmassen beider Pflanzen keine Unterschiede aufwiesen und auch die Temperatur in allen Fällen die gleiche war, muß angenommen werden, daß Prunus mahaleb eine schlechtere Wirtspflanze darstellt.

Symptome, die an verschiedenen Pflanzen nach einer Parasitierung mit Pratylenchus penetrans beschrieben wurden (KLINKENBERG 1963, KRUSBERG 1963, MOUNTAIN 1961, PITCHER et al. 1960, RUEHLE 1962) konnten an infizierten Sämlingen nicht nachgewiesen werden.

Nach den vorliegenden Untersuchungen, in denen keine Wachstumsdepressionen bei Prunus-Unterlagen im Gefäßversuch wie auch im Infektionsversuch mit Prunus mahaleb- und P. cerasifera-Sämlingen festgestellt werden konnten, muß man annehmen, daß auf schweren Böden Nematoden allein nicht die Hauptursache für Nachbauschwierigkeiten sein können.

In den meisten Fällen liegt dem Problem der Bodenmüdigkeit in unserem Klimabereich ein größerer Ursachenkomplex zugrunde (HOESTRA 1968, SAVORY 1966, SCHANDER 1956), in welchem den Nematoden im Zusammenwirken mit anderen Schaderregern eine wichtige Rolle zukommt (FLEGG 1965, HOESTRA 1965). Dieses Zusammenwirken scheint ganz besonders für Anbauggebiete auf schweren Böden Voraussetzung zu sein, da in Untersuchungen auf leichten Böden häufiger Pratylenchen als primäre Ursache nachgewiesen werden (HOESTRA and OOSTENBRINK 1962, MAI and PARKER 1967, MOUNTAIN and BOYCE 1958).

6. ZUSAMMENFASSUNG

Die Untersuchungen zur Populationsdynamik wandernder Wurzel-nematoden an Prunus-Unterlagen in schweren Böden erbrachten folgende Ergebnisse:

1. 22 hessische Steinobstanlagen, die auf ihren Nematodenbesatz 1968 untersucht wurden, unterschieden sich in der Anzahl der vorkommenden Gattungen und in der Populationsdichte der auftretenden Formen.
2. Von den untersuchten Gattungen waren Pratylenchus und Paratylenchus in allen Anlagen vertreten. Nicht so häufig und meist in geringerer Dichte traten die Gattungen Tylenchorhynchus, Helicotylenchus und Rotylenchus auf. Von den als Virusüberträger bekannten Gattungen Longidorus, Xiphinema und Trichodorus konnten nur einzelne Tiere in 5 der 22 Anlagen nachgewiesen werden.
3. Ein verstärktes Auftreten einer oder mehrerer Gattungen in Böden, auf denen die Obstbäume oder Prunus-Unterlagen starke Abbauerscheinungen aufwiesen, konnte nicht nachgewiesen werden.
4. In einem Gefäßversuch mit verschiedenen Böden aus drei Steinobstanlagen (Geisenheim, Witzenhausen und Kriftel) wurde der Einfluß mehrerer Pflanzen (Trifolium pratense, Fragaria ananassa, Prunus avium, P. mahaleb, P. insititia 'St. Julien' und P. cerasifera 'Myrobalana') auf die Entwicklung der Populationen von Pratylenchus, Paratylenchus, Tylenchorhynchus, Helicotylenchus, Rotylenchus und Xiphinema untersucht. Den deutlich stärksten Einfluß auf fast alle Gattungen übte Trifolium pratense aus. Die Prunus-Unterlagen und auch Fragaria ananassa wiesen allgemein nur recht geringe Unterschiede in ihrer Wirkung auf die Nematoden untereinander auf. Es konnte festgestellt werden, daß Prunus mahaleb und Prunus insititia 'St. Julien' auf die Wurzelpopulationen von Pratylenchus penetrans neben Trifolium pratense den stärksten fördernden Einfluß aufweisen.

5. Neben den Pflanzen kommt dem Boden eine große Bedeutung in bezug auf die Vermehrung einzelner Gattungen und Arten zu. So konnten vor allem bei Pratylenchus-Populationen des Bodens und auch der Wurzeln deutliche Unterschiede in allen drei Böden festgestellt werden. Dies wird auf die unterschiedlichen pH-Werte der Böden zurückgeführt.
6. Eine Vermehrung der Bodenpopulationen von Pratylenchus penetrans konnte nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden. Es wird angenommen, daß die in den Herbstmonaten zu beobachtenden Zunahmen der Populationsdichten im Boden durch Tiere verursacht werden, die die Wurzeln verlassen.
7. Bei der Art Xiphinema vuittenezi konnte eine bessere Entwicklung unter dem Einfluß der Unterlagen, als unter dem Einfluß der krautigen Pflanzen nachgewiesen werden, was auf eine bessere Eignung der Gehölze als Wirtspflanzen hinweist.
8. Wachstumsunterschiede der Prunus-Unterlagen in natürlichem und entseuchtem Boden konnten in den Gefäßversuchen nicht nachgewiesen werden. Auch Symptome an den Wurzeln, die durch den Befall von Pratylenchus penetrans hätten verursacht sein können, wurden nicht beobachtet.
9. In Infektionsversuchen mit Sämlingen von Prunus mahaleb und P. cerasifera und den Nematodenarten Xiphinema vuittenezi, Rotylenchus robustus und Pratylenchus penetrans konnten auch bei hohen Infektionsraten keine Wachstumsdepressionen oder Schadsymptome an den Wurzeln nachgewiesen werden.

Von den drei untersuchten Arten vermehrte sich nur Pratylenchus penetrans in den Sämlingen gut. Dabei konnte festgestellt werden, daß eine Vermehrung erst bei einer Infektionsrate von mindestens 100 Tieren/80 ml Boden zu verzeichnen ist.

An den Sämlingen von Prunus cerasifera vermehrte sich diese Art schneller als an P. mahaleb.

Von Xiphinema vuittenezi wurden nach 8 - 12 Wochen nur noch vereinzelt einige Tiere in den Infektionsgefäßen nachgewiesen. Es wird vermutet, daß diese Art sehr empfindlich auf Umweltveränderungen reagiert und dadurch die Überlebenschance sehr stark reduziert wird.

Rotylenchus robustus war nach 8 - 16 Wochen noch in den Proben nachweisbar. Eine Vermehrung an den Sämlingen fand aber nicht statt.

10. Nach den vorliegenden Untersuchungen muß angenommen werden, daß Nematoden in schweren Böden nicht als einzige Ursache für Abbauerscheinungen bei Steinobstarten angesehen werden können. Die Bedeutung der Nematoden im bezug auf die 'Bodenmüdigkeit' bei Obstarten liegt wohl vielmehr in einem Zusammenwirken mit anderen Schaderregern, wie Pilzen und Viren.

7. LITERATURVERZEICHNIS

- Bassus, W. (1962): Untersuchungen über die Nematodenfauna mitteldeutscher Waldböden. Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, Math.-Nat. Reihe, 11: 145-177
- Bassus, W. (1969a): Vorkommen, Erkennen und Bekämpfung von Nematodenschäden in Forstbaumschulen. Beiträge f. d. Forstwirtschaft 3: 111-117
- Bassus, W. (1969b): Pflanzenparasitäre Nematoden in Forstbaumschulen der DDR. Arch. Forstwesen 18: 1273-1286
- Bhar, D.S., G.F. Manson and R. J. Hilton (1970): In situ observations on plum root growth. J. Am. Soc. hort. Sci. 95: 237-239
- Bieringer, H. (1969): Untersuchungen über den Einfluß langjähriger Herbizidanwendungen auf Boden-Collembolen. Diss. Hohenheim, Mai 1969
- Bor, N.A. en K. Kuiper (1966): Gevoeligheid van Trichodorus teres en T. pachydermus voor uitwendige invloeden. Meded. Rijksfaculteit Landb.-Wet., Gent 31: 609-616
- Brzeski, M.W. and A. Dowe (1969): Effect of pH on Tylenchorhynchus dubius (Nematoda, Tylenchidae). Nematologica 15: 403-407
- Burdett, J.F., A.F. Bird and J.M. Fisher (1963): The growth of Meloidogyne in Prunus persica. Nematologica 9: 542-546
- Chapman, R.A. (1956): Plant parasitic nematodes associated with strawberries in Kentucky. Pl. Dis. Repr. 40: 179-181
- Chen, T. an and A. E. Rich (1963): Attraction of Pratylenchus penetrans to plant roots. Pl. Dis. Repr. 47: 504-507
- Chitwood, B.G., A.W. Specht and A.L. Havis (1952): Root-knot nematodes. III. Effect of Meloidogyne incognita and M. javanica on some peach rootstocks. Pl. Soil 4: 77-95

- Cohn, E. (1969): The occurrence and distribution of species of Xiphinema and Longidorus in Israel. Nematologica 15: 179-192
- Decker, H. (1958/59): Untersuchungen über das Vorkommen und die phytopathologische Bedeutung der wandernden Wurzel-nematoden in Mecklenburg unter besonderer Berücksichtigung ihrer Beziehungen zum Auftreten der sogenannten Bodenmüdigkeit. Wiss. Z. Univ. Rostock, Math.-Nat. Reihe, 8: 255-256
- Decker, H. (1959/60): Die endoparasitischen Wurzel-nematoden der Gattung Pratylenchus als einheimische Pflanzenschädlinge. Wiss. Z. Univ. Rostock, Math.-Nat. Reihe, 9: 27-34
- Decker, H. (1960): Pratylenchus penetrans als Ursache von "Müdigkeitserscheinungen" in Baumschulen der DDR. Nematologica, Suppl. II, 68-75
- Decker, H. (1964): Untersuchungen über das Vorkommen wandernder Wurzel-nematoden im Norden der DDR. Wiss. Z. Univ. Rostock, Math.-Nat. Reihe, 13: 323-335
- Decker, H. (1969): Phytonematologie. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin (1969)
- Dieter, A. (1958): Über Aspektfolgen paraistischer Nematoden-arten in baumschulmäßig genutzten Böden. Wiss. Z. Univ. Halle-Wittenberg, Math.-Nat. Reihe, 8: 1099-1102
- Egunjobi, O.A. (1968): A comparison of Pratylenchus spp. (Nematoda) population densities in grass and apple roots. N.Z. Jl. agric. Res. 11: 142-148
- El-Kadi, M.K. (1969): Untersuchung über die Nebenwirkung verschiedener Herbizide auf die Nematodenfauna des Bodens. Diss. Giessen, Landw. Fakultät, 1969

- Faulkner, L.R. (1964): Pathogenicity and population dynamics of Pratylenchus hamatus on Mentha spp. Phytopathology 54: 344-348
- Fisher, J.M. (1967): Studies on Paratylenchus nanus II. Population changes around apple roots. Aust. J. Agric. Res. 18: 279-287
- Flegg, J.J.M. (1965): The plant pathogen relationship. Rep. E. Malling Res. Stn. for 1964: 62-70
- Flegg, J.J.M. (1966): Once-yearly reproduction in Xiphinema vuittenezi. Nature 212: 741
- Flegg, J.J.M. (1968a): The occurrence and depth distribution of Xiphinema and Longidorus species in southeastern England. Nematologica 14: 189-196
- Flegg, J.J.M. (1968b): Embryogenic studies of some Xiphinema and Longidorus species. Nematologica 14: 137-145
- Friedrich, G. (1965): Der Obstbau. Neumann Verlag Radebeul, 5. Auflage 1965
- Goodey, J.B., M. T. Franklin and D. J. Hooper (1965): The nematode parasites of plant catalogued under their hosts. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Bucks, 3. Auflage
- Head, G.C. (1968): Seasonal changes in the diameter of secondarily thickened roots of fruit trees in relation to growth of other parts of the tree. J. hort. Sci. 43: 275-282
- Hijink, M. J. en K. Kuiper (1966): Waarnemingen over de verdeling van aaltjes in de grond. Meded. Rijksfaculteit Landb.-Wet., Gent 31: 558-571
- Hoestra, H. (1965): Thielaviopsis brassicola, a factor in the cherry replant problem in the Netherlands. Neth. J. Pl. Path. 71: 180-182

- Hoestra, H. (1967): Specific replant disease: problems and prospects. Meded. Rijksfaculteit Landb.-Wet., Gent 32: 427-432
- Hoestra, H. (1968): Replant diseases of apple in the Netherlands. Meded. Landb. Hoogeschool Wageningen 68-13: 1-105
- Hoestra, H. and M. Oostenbrink (1962): Nematodes in relation to plant growth. IV. Pratylenchus penetrans (Cobb) on orchard trees. Neth. J. agric. Sci. 10: 186-296
- Hoestra, H., J.F. van Dijke, and G.S. van Marle (1964): Veldproeven over de bestrijding van bodenmoedheid bij appel in het riverkleibied. Meded. Dir. Tuinb. 27: 557-564
- Kemper, A. (1966): Beziehungen zwischen Schäden durch pflanzenparasitäre Nematoden und verschiedenen Umweltfaktoren unter besonderer Berücksichtigung des Schadauftritts von Pratylenchus-Arten in Abhängigkeit vom pH-Wert des Bodens. Mitt. biol. Bund. Anst. Id.- u. Forstw. Heft 118: 107-116
- Kinman, C.F. (1932): A preliminary report on root growth studies with some orchard trees. Proc. Am. Soc. hort. Sci. 29: 220-224
- Klinkenberg, C. (1963): Observations on the feeding habits of Rotylenchus uniformis, Pratylenchus crenatus, Pratylenchus penetrans, Tylenchorhynchus dubius and Hemicyclophora similis. Nematologica 9: 502-506
- Krusberg, L.R. (1959): Investigations of the life cycle, reproduction, feeding habits, and host range of Tylenchorhynchus claytoni Steiner. Nematologica 4: 187-197
- Krusberg, L.R. (1963): Host response to nematode infection. Ann. rev. Phytopath. 1: 219-239

- Kühne, H. und F. Eysell (1970): Beitrag zur Bekämpfung der "Bodenmüdigkeit" in Obstgehölzquartieren.
Gesund Pfl. 22: 72-79
- Lownsbury, B.F. and I.J. Thomason (1959): Progress in nematology related of horticulture.
Proc. Am. Soc. hort. Sci. 74: 730-746
- Luc, M., M.B. Lima, B. Weischer et J.J.M. Flegg (1964):
Xiphinema vuittenezi n.sp. (Nematoda: Dorylaimidae).
Nematologica 10: 151-163
- Mai, W.F. and K.G. Parker (1967): Root disease of fruit trees in New York State. I. Populations of Pratylenchus penetrans and growth of cherry in response to soil treatment with nematodes. Pl. Dis. Reprtr. 51: 398-401
- Malo, S.E. (1963): Pathogenic nematodes on peach trees in Florida and others of potential importance.
Proc. Florida State hort. Soc. 76: 377-379
- Minz, G. and E. Cohn (1962): Susceptibility of peach rootstocks to root-knot nematodes.
Pl. Dis. Reprtr. 46: 531-534
- Morgan, G.T. and A.A. Mac Lean (1968): Influence of soil pH on an introduced population of Pratylenchus penetrans.
Nematologica 14: 311-312
- Mountain, W.B. (1961): Studies on the pathogenicity of Pratylenchus. Recent Advances Botany Sect. 5: 414-417
- Mountain, W.B. and H.R. Boyce (1958): The peach replant problem in Ontario. V. The relation of parasitic nematodes to regional differences severity of peach replant failure. Can. J. Bot. 36: 125-134
- Mountain, W.B. and Z.A. Patrick (1959): The peach replant problem in Ontario. VII. The pathogenicity of Pratylenchus penetrans (Cobb, 1917) Filipjev and Stek., 1941.
Can. J. Bot. 37: 459-470

- Nehring, K. (1960): Agrikulturchemische Untersuchungsmethoden für Dünge- und Futtermittel, Böden und Milch. Parey Verlag, Hamburg-Berlin, 3. Auflage 1960
- Nolte, H.W. und A. Dieter (1957): Nematoden an Baumschulgewächsen in Mitteldeutschland. Nematologica 2: 63-67
- Oostenbrink, M. (1954): Over de betekenis van vrijlevende wortelaaltjes in land- en tuinbouw. Versl. en Meded. Plziektenk. Dienst Wageningen 124: 196-233
- Oostenbrink, M. (1955): Bodenmüdigkeit und Nematoden. Z. Pfl. Krankh. PflPath. PflSchutz 62: 337-346
- Oostenbrink, M. (1955): Over de invloed van verschillende gewassen op de vermeerdering van en de schade door Pratylenchus pratensis en Pratylenchus penetrans (Vermes, Nematoda). Tijdschr. PlZiekt. 62: 189-203
- Oostenbrink, M. (1958): An inoculation trial with Pratylenchus penetrans in potatoes. Nematologica 3: 30-33
- Oostenbrink, M. (1964): Harmonious control of nematode infestation. Nematologica 10: 49-56
- Oostenbrink, M., J.J. S'Jacob and K. Kuiper (1957): Over de waardplanten van Pratylenchus penetrans. Tijdschr. PlZiekt. 63: 345-360
- Parker, K.G. and W.F. Mai (1956): Damage to tree fruits in New York by root lesion nematodes. Pl. Dis. Repr. 40: 694-699
- Pitcher, R.S., Z.A. Patrick and W.B. Mountain (1960): Studies on hostparasite relations of Pratylenchus penetrans (Cobb) to apple seedlings. I. Pathogenicity under sterile conditions. Nematologica 5: 309-314
- Pitcher, R.S., D.W. Way and B.M. Savory (1966): Specific replant diseases of apple and cherry and their control by soil fumigation. J. hort. Sci. 41: 379-396

- Reuver, I. (1959): Untersuchungen über Paratylenchus amblycephalus n. sp. (Nematoda, Criconematidae).
Nematologica 4: 3-15
- Richter, E. (1969): Zur vertikalen Verteilung von Nematoden in einem Sandboden. Nematologica 15: 44-54
- Rössner, J. (1969): Phytoparasitäre Nematoden in Forstpflanzgärten, Angew. Zool. 56: 1-64
- Ruehle, J.L. (1962): Histopathological studies of pine roots infected with lance and pine cystoid nematodes.
Phytopathology 52: 68-71
- Ruehle, J.L. (1967): Distribution of plant-parasitic nematodes associated with foresttrees of the world.
Southeastern Forest Experiment Station, Asheville, North Carolina
- Savory, B.M. (1966): Specific replant diseases. Commonwealth Agricultural Bureaux, Franham Royal, Bucks, England
- Schander, H. (1956): Die Bodenmüdigkeit bei Obstgehölzen.
Bayr. Landwirtschaftsverlag Bonn-München-Wien
- Scheffer, F. und P. Schachtschabel (1966): Lehrbuch für Bodenkunde. Ferd. Enke Verlag, Stuttgart, 6. Auflage
- Sharma, R.D. (1968): Host suitability of a number of plant for the nematode Tylenchorhynchus dubius.
Neth. J. Pl. Path. 74: 97-100
- Strich-Harari, D. and G. Minz (1967): Plant-parasitic nematodes on stone-fruit rootstocks from an experimental orchard.
Pl. Dis. Repr. 51: 373-375
- Sturhan, D. (1966): Über Verbreitung, Pathogenität und Taxonomie der Nematodengattung Tylenchorhynchus.
Mitt. biol. Bund. Anst. Ld.- und Forstw. H 118:
82-99

- Sutherland, J. R. (1967): Host range and reproduction of the nematodes Paratylenchus projectus, Pratylenchus penetrans, and Tylenchus emarginatus on some forest nursery seedlings. Pl. Dis. Reptr. 51: 91-93
- Sutherland, J.R. and R.E. Adams (1964): The paratism of red pine and other forest nursery crops by Tylenchorhynchus claytoni Steiner. Nematologica 10: 637-643
- Sutherland, J.R. and T.G. Dunn (1968): Nematodes in British Columbia in forest nurseries. Information Report BC-X-25, Forest Research Laboratory Victoria, British Columbia 1-13
- Swart-Füchtebauer, H. (1954): Beobachtungen zum Problem der Bodenmüdigkeit in den Baumschulen. Zeitfragen der Baumschule 11: 3-16
- Szczygiel, A. (1964): Population dynamics of some plant parasitic nematodes associated with strawberries. Nematologica 10: 74-75
- Szczygiel, A., J. Gondek i W. Karas (1969): Występowanie pasożytniczych nicieni w szkolkach drzew owocowych w polsce południowej. Acta Agraria et Silvestra 9: 99-120
- Taylor, D.P. (1961): Biology and host-parasitic relationship of the spiral nematode, Helicotylenchus microlobus. Proc. helminth. Soc. Wash. 28: 60-66
- Taylor, D.P. and C.C. Zych (1964): Plant-parasitic nematodes in Illinois strawberry plantings. Pl. Dis. Reptr. 48: 451-452
- Troll, J. and R.A. Rohde (1966): Pathogenicity of Pratylenchus penetrans and Tylenchorhynchus claytoni on Turf-grasses. Phytopathology 56: 995-998
- Weischer, B. (1956): Nematoden an Baumschulgehölzen. NachrBl. dt. PflSchutzdienst, Stutt. 8: 34-36

- Weischer, B. (1961a): Untersuchungen über pflanzenparasitäre Nematoden in Rebanlagen. Mitt. biol. Bund.Anst. Ld.- u. Forstw. H 104: 95-100
- Weischer, B. (1961b): Pflanzenparasitäre Nematoden im Möhrenbau. NachrBl. dt. PflSchutzdienst, Stutt. 13: 134-140
- Weischer, B. (1964): Über die Beziehungen zwischen Befallszahl und Schaden bei pflanzenparasitären Nematoden Mitt. biol. Bund. Anst. Ld- u. Forstw. H. 111: 32-34
- Weller, F. (1964): Vergleichende Untersuchungen über die Verteilung der Wurzeln von Obstbäumen in verschiedenen Böden des Neckarlandes. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 1964, 1-181
- Weller, F. (1965): Die Ausbreitung der Pflanzenwurzeln im Boden in Abhängigkeit von genetischen und ökologischen Faktoren. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 1-123
- Wilke, E. (1968): Unkrautbekämpfung im Obstbau - Nebenwirkung auf die Bodenfauna. Z. PflKrankh. PflPath. PflSchutz Sonderheft IV: 163-167
- Wyss, U. (1968): Zur Isolierung endoparasitischer Wurzelnematoden. Z. PflKrankh. PflPath. PflSchutz 75: 353-357
- Wyss, U. (1969): Untersuchungen über das Schadauftreten wandernder Wurzelnematoden an Erdbeeren in Niedersachsen, mit einem Beitrag zur Ökologie und Biologie von Longidorus elongatus (de Man, 1876) Thorne and Swanger, 1936. Diss. Hannover, Fakultät Gartenbau und Landeskultur, 1969
- Yuen, P.H. (1966): The nematode fauna of the regenerated woodland and grassland of Broadbalk Wilderness. Nematologica 12: 195-214.

Meinen verehrten Lehrern, Herrn Professor Dr. F. Großmann und Herrn Professor Dr. W. Stein, möchte ich an dieser Stelle für die Überlassung des Themas und die wertvolle Unterstützung bei der Durchführung der Untersuchungen sowie für die Bereitstellung eines Arbeitsplatzes meinen Dank aussprechen.

Für die wertvolle Hilfe bei der Bestimmung der Arten gilt mein Dank besonders Herrn Dr. E. Geraert vom Institut voor Dierkunde der Rijksuniversiteit Gent, Belgien, Herrn Dr. P. A. A. Loof von der Landbuowhogschool Binnenhaven, Laboratorium voor Fytopathologie / Nematologie, Niederlande, Herrn Dr. J. Rössner vom Institut für Phytopathologie Giessen und Herrn Dr. D. Sturhan vom Institut für Hackfruchtkrankheiten und Nematodenforschung der B B A in Münster.

Herrn Dr. Neubecker von der Firma DEGESCH, Frankfurt am Main, danke ich für die freundliche Unterstützung bei der Begasung des Pflanzenmaterials.

Ferner möchte ich mich bei allen Institutsangehörigen der Institute für Phytopathologie und Obstbau für ihre Unterstützung bei der Durchführung dieser Arbeit bedanken.

Dem Land Hessen möchte ich für die gewährte finanzielle Unterstützung der Arbeit meinen Dank aussprechen.

LEBENS LAUF

Am 3. Dezember 1941 wurde ich, Hartwig Holst, als Sohn des Diplom-Chemikers Dr. Rudolf Holst und dessen Ehefrau Elisabeth, geborene Awe, in Rostock, Mecklenburg, geboren.

1948 - 1951 : Besuch der Grundschule in Bad Doberan

1951 - 1956 : Besuch der Grundschule in Bitterfeld

1956 - 1960 : Besuch der Oberschule in Bitterfeld

1960 - 1961 : Besuch des SBZ-Lehrganges in Delmenhorst, Niedersachsen, mit anschließender Reifeprüfung

1961 - 1963 : Gärtnerlehre in Hannover mit anschließender Gehilfenprüfung

1963 - 1967 : Studium des Gartenbaus in Hannover und Abschluß als Diplom-Gärtner

1968 - 1970 : Als Doktorand am Institut für Phytopathologie der Justus Liebig-Universität in Gießen mit der vorliegenden Dissertation beschäftigt.

